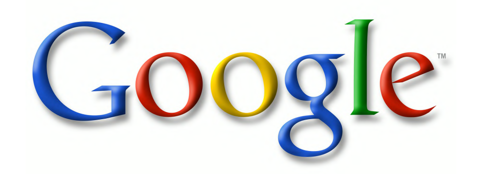
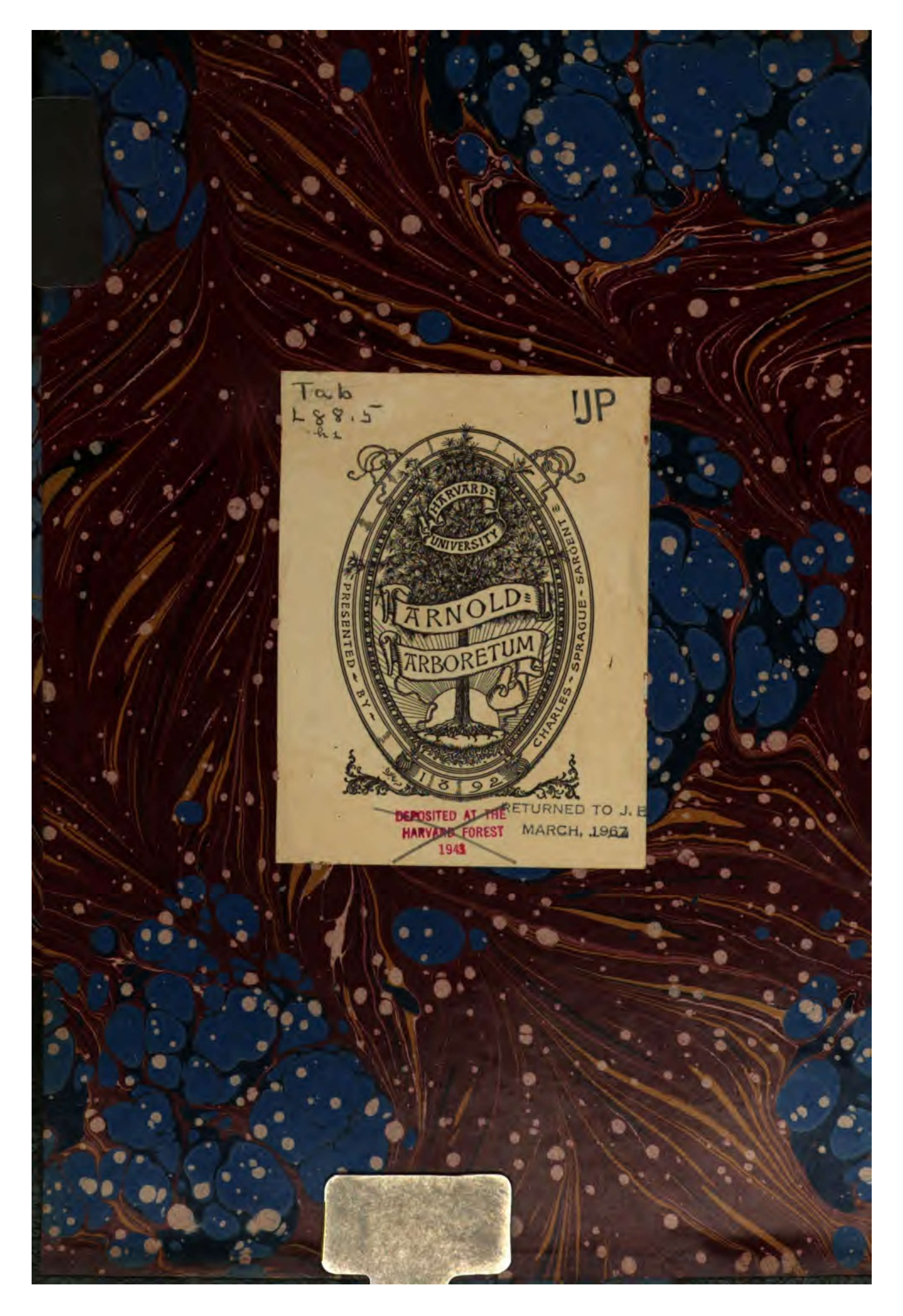
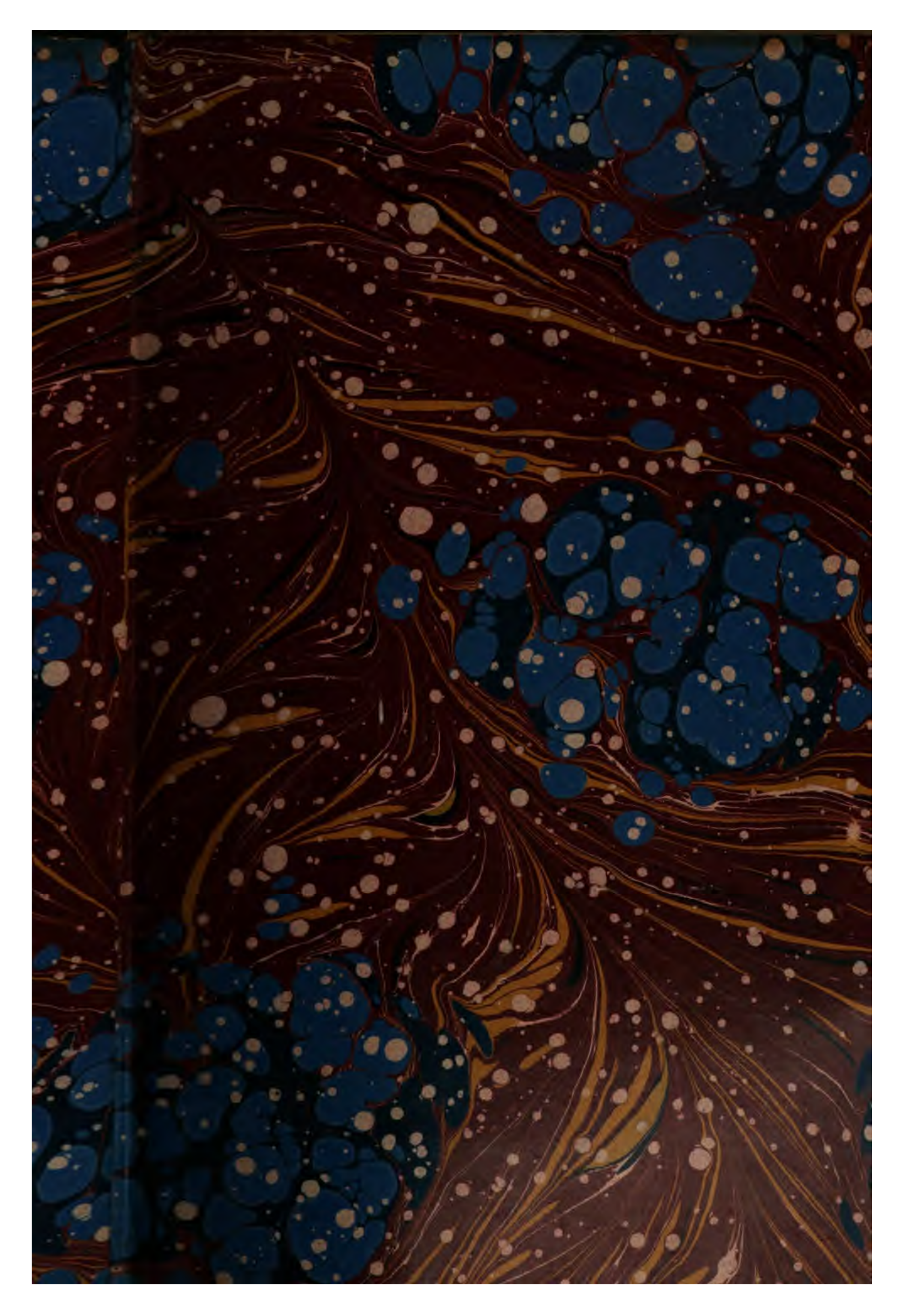



HARVARD UNIVERSITY
ARNOLD ARBORETUM
PRESENTED BY CHARLES SPRAGUE SARGENT
1892



Handbuch der Forstwissenschaft

in Verbindung mit

Professor Dr. A. Bühler in Zürich. — Ritter R. von Dombrowski in Wien. — Hofrath Professor Dr. W. Fr. Exner in Wien. — K. K. Forstmeister G. R. Förster in Gmunden. — Regierungs- und Forstrath Herm. Fürst, Direktor der Kgl. Forstlehranstalt in Aschaffenburg. — Forstrath Professor A. Ritter von Guttenberg in Wien. — Geheimer Oberforstrath Dr. Fr. Judeich, Direktor der Forstakademie zu Tharand. — Professor Dr. J. Lehr in München. — Professor Dr. Chr. Luerssen in Eberswalde. — Professor Dr. A. Metzger in Hannöver-Münden. — Dozent Dr. E. Ramann in Eberswalde. — Professor Dr Fr. Schwackhöfer in Wien. — Professor Dr. A. Schwappach in Eberswalde. — Forstrath Professor C. Schuberg in Karlsruhe. — Forstmeister Dr. H. Stötzer in Hildburghausen. — Professor Dr. R. Weber in München.

herausgegeben

von

Dr. Tuisko Lorey,

o. ö. Professor der Forstwissenschaft an der Universität Tübingen.

In zwei Bänden.

Erster Band. Erste Abteilung.

Allgemeiner Teil.

Forstliche Produktionslehre. I.

Tübingen, 1888.

Verlag der H. Laupp'schen Buchhandlung.

Druck von H. Laupp jr. in Tübingen.

Vorwort.

Seit die erste Lieferung des nun vollendeten Werkes hinausgegeben werden konnte, ist mehr als ein Jahr verflossen, eine längere Zeit, als man erwartet hatte; doch sind Verzögerungen bei einem solchen Sammelwerke kaum je zu vermeiden.

Indem man sich zur Herausgabe unseres Handbuchs entschlossen hat, wollte man — inmitten der überaus reichen Spezialliteratur, welche auf den Gebieten fast aller forstlichen Disziplinen erstanden ist — in systematischer Anordnung eine kurze, gedrängte, den heutigen Stand unseres Wissen knapp zusammenfassende Darstellung der ganzen Forstwissenschaft geben, um damit gewissermaßen einen Ruhepunkt zu schaffen, an dem man sich sammeln und von dem aus man eine orientierende Umschau halten könnte, bevor man zu fernerer Arbeit weiterschreitet. Viele Stimmen haben inzwischen die Berechtigung eines solchen Unternehmens anerkannt; denn sehr Viele schon und insbesondere viele Männer der forstlichen Praxis haben es schmerzlich empfunden, daß infolge der regen Thätigkeit, die überall in der forstlichen Wirtschaft und Wissenschaft mit teilweise fieberhafter Hast entfaltet wird, dem Einzelnen, der sich mitten in dieses Treiben hineingestellt sieht, aller Ueberblick verloren zu gehen droht. Diesem Mißstande vor Allem möchte das Handbuch zu seinem Teil abhelfen, indem es in kritischer Sichtung das Wesentliche dessen bietet, was bisher geleistet worden ist. Ausführliche Litteraturangaben wollen überall die Möglichkeit eingehenderer Studien vermitteln.

Zugleich soll, so hofft man, das Buch auch der studierenden Jugend willkommen sein. Ohne alle Spezialwerke entbehrlich zu machen, dürfte es doch gerade wegen seines verhältnismäßig geringen Umfanges ein brauchbarer Leitfaden beim Studium sein; manche der darin behandelten Gegenstände sind überdies in neuerer Zeit nicht in besonderer Bearbeitung durchgebildet worden.

Endlich dürften auch Landwirte, vorab Großgrundbesitzer, welche eigene Waldungen bewirtschaften, sowie Verwaltungsbeamte, welche am Gedeihen des Waldes Interesse nehmen, in dem Handbuch eine willkommene Gabe erblicken, zumal dasselbe neben dem fachlichen auch den allgemein volkswirtschaftlichen Standpunkt und die Beziehungen der Forstwirtschaft zur Landwirtschaft an geeigneter Stelle besonders betont.

Die systematische Anordnung schien dem Zwecke am förderlichsten. Die den einzelnen Teilen vorgedruckten Inhalts-Uebersichten geben über den Plan des ganzen Werkes Aufschluß. Ein ausführliches alphabetisches Sachregister, welches der ersten Abteilung des ersten Bandes beigegeben ist, ermöglicht rasches Nachschlagen über einzelne Gegenstände.

Daß ein derartiges Werk nicht von einem Einzelnen verfaßt werden konnte, liegt auf der Hand. Vielmehr bedurfte es vieler Kräfte, deren jede in dem ihr zugewiesenen Gebiet ein spezielles Arbeitsfeld erblickt. Schon die Namen der Mitarbeiter werden den Lesern eine Gewähr dafür sein, daß ihnen in dem Werke ein gut Stück ernster Arbeit geboten wird. Ueberdies sei darauf aufmerksam gemacht, daß Männer verschiedenster wissenschaftlicher Richtung an dem Unternehmen mitgewirkt haben. Mußte darunter auch vielleicht die Einheitlichkeit der Auffassung da und dort etwas Not leiden, so hat man andererseits den Gewinn, kein Werk im Sinne einer einseitigen, ausschließenden Parteirichtung geschaffen zu haben, obwohl die einzelnen Abhandlungen begreiflicherweise voll und ganz den wissenschaftlichen Standpunkt ihrer Verfasser wiederspiegeln.

Auch in anderer Hinsicht muß dem Buche der Charakter eines Sammelwerkes anhaften, sofern es bei einem solchen immer unmöglich ist, überall vollkommene Gleichmäßigkeit der Durchführung zu wahren. Man ist sich dessen wohl bewußt, daß einzelne Arbeiten umfassender geworden sind, als es von vornherein gewünscht war. Doch hoffen wir, vielleicht gerade mit denjenigen Abhandlungen, welche den sonst knappen Rahmen des Ganzen zu überschreiten scheinen, bei Vielen eine besonders freundliche Aufnahme zu finden.

Möchte das Handbuch, indem es seinen Weg macht, den Nutzen stiften, den sich alle Beteiligten von demselben erhoffen.

Tübingen am 1. Januar 1888.

T. Lorey.

Inhalt des ersten Bandes.

Erste Abteilung.

A. Forstwissenschaft, allgemeiner Teil.

I. Die Aufgaben der Forstwirtschaft. Allgemeine Erörterungen über die Ziele und Mittel der forstlichen Produktion.

Von

R. Weber.

Seite

Vorbemerkung 1

Geographische Verteilung der Wälder in Europa und ihre historischen Ursachen . . 2

Gegenwärtige Bewaldungsverhältnisse 13

Natürliche Ursachen 13. Waldfläche der europäischen Staaten 14. Verteilung der Wälder nach Höhenregionen 18.

Bedeutung der Wälder für das öffentliche Wohl und die staatswirtschaftlichen Gesichtspunkte der Forstwirtschaft 19

Einfluß des Waldes auf Luft- und Bodentemperatur 22. Einwirkung auf den Feuchtigkeitsgrad der Luft und auf den Kreislauf des Wassers 38. Bedeutung des Waldes als mechanisches Hindernis für die Befestigung des Bodens und der Schneedecke, sowie für Abschwächung der Winde 53.

Die Forstwirtschaft vom privatwirtschaftlichen Gesichtspunkt 59

Die natürlichen Produktionsfaktoren der Forstwirtschaft 59. Jährliche Produktion an organischer Substanz 65. Brennstoffproduktion 73. Nutzholz 74. Verteilung der Holz- und Betriebsarten in Deutschland 75. Abnutzungsgröße der deutschen Staatsforste 77. Umtrieb 79. Nachhaltigkeit 80. Raubbau 80. — Die menschliche Arbeit als Produktionsfaktor in der Forstwirtschaft 80. Arbeitsaufwendungen 82. Ausgaben, Produktionskosten 83. Wirtschaftlichkeit 84. Handels- und Transportthätigkeit, Veredelung des Rohproduktes 85. — Die Produktionskapitalien der Forstwirtschaft und ihre Rentabilität 86. Bodenrente 89. Allgemeine Eigenschaften des Holzkapitals 89. Reinerträge mehrerer deutscher Staaten 91.

II. Unterricht und Versuchswesen.

Von

T. Lorey.

Unterricht 93

A. Einleitung 93

B. Jetziger Stand 94

Theoretische Ausbildung. Die forstlichen Lehrstätten 94

Seite

Statistik: Deutschland 95 (Preußen, Bayern, Sachsen, Württemberg, Baden, Hessen, Weimar, übrige deutsche Länder). Außerdeutsche Staaten 100: Europa 100 (Oesterreichische Monarchie, Schweiz, Frankreich, Italien, Spanien, Rußland, Großbritannien und Irland, Dänemark, Schweden und Norwegen). Nichteuropäische Länder 104.

Folgerungen aus den statistischen Angaben, allgemeine Betrachtungen 104 (Ort des Studiums, Vorbedingungen, Studiendauer, Mathematik, Prüfungen, Studienfreiheit, Dozenten, Lehrforste, Vorgesetzte Behörde, Kosten).

Praktische Ausbildung 111

C. Geschichtliche Entwickelung des forstlichen Unterrichts in Deutschland . . . 113

Erste Anfänge: Meisterschulen 113. — Privatforstinstitute. Erster staatlicher Unterricht. Forstliche Mittelschulen 114. — Die erste Hälfte des 19. Jahrhunderts: von 1800—1825, 117; von 1825—1850, 118. Von 1850 bis zur Gegenwart, neueste Entwickelung 121 (Hochschule oder isolierte Akademie? Gründe für und gegen 125).

Das forstliche Versuchswesen.

A. Zweck und Bedeutung 128

Im Allgemeinen 128. — Besondere Aufgaben 131.

B. Organisation 132

Deutschland 133 (Verein deutscher forstlicher Versuchsanstalten: Preußen, Bayern, Sachsen, Württemberg, Baden, Hessen, Thüringen, Braunschweig, Elsaß-Lothringen). — Oesterreich 137. — Schweiz 138.

C. Geschichtliche Entwickelung 138

III. Forstgeschichte.

Von

A. Schwappach.

I. Von der ältesten Zeit bis zum Ende der Karolingerzeit 143

Grenzwald 143. Markgenossenschaften 144. Bannforste 147. Villenverfassung Karls des Großen 148.

II. Vom Aussterben der Karolinger in Deutschland bis zum Schluß des Mittelalters, 911—1500 149

Waldungen des Adels, der Kirchen und Klöster 149. Waldnutzungsrechte 151. Sicherung der Grenzen 152. Waldrodungen 152. Hackwaldbetrieb 153. Holznutzung, Nebennutzungen 154. Anfang einer Geldwirtschaft 155. Bannforst, Jagdregal, Forsthoheit 158. Forststrafrecht 158. Forstverwaltung 160. Anfänge einer Litteratur 161.

III. Vom Beginne der neueren Zeit bis zum Ende des 18. Jahrhunderts 1500—1790 161

Vermehrter Waldbesitz der Landesherren 161. Markenteilung, Privatwaldbesitz 163. Forstberechtigungen 164. Marksteine 166. Fortgesetzte Rodungen 166. Forstordnungen 167. Forstnutzungen 168. Waldbau 169. Forstkulturbetrieb insbes. 171. Waldpflege 173. Fremde Holzarten 174. Forsteinrichtung 175. Holzernte 177. Holzverwertung 179. Forsthoheit 180. Beschränkung der Privaten und Gemeinden 181. Verwaltung 182. Forststrafwesen 183. Forstliche Litteratur 184 (Hausväter 184, holzgerechte Jäger 185, Kameralisten 186, Forstmathematik 188, Forstbotanik 190). Bildungsgang (Meisterschulen) 191. Forstliche Zeitschriften 192.

Seite

IV. Uebergang auf die jetzigen Verhältnisse, seit 1790 192
Waldbesitzstand 192 (Staatswald, Domänen 192. Gemeindewald 194). Servituten 195. Waldbau 197 (G. L. Hartig 197. H. Cotta 198. Hundeshagen 198. König 198. Pfeil 199. K. Heyer 199). Bestandspflege 202. Forsteinrichtung 202. Forstpolitik 204. Forstverwaltung 205. Forststrafwesen 205. Forstwissenschaft und Litteratur 205. Forstliche Statik 207. Forstbotanik 208. Forstpolitik 208. Forstl. Unterricht 209. Forstvereine 209. Forstl. Zeitschriften 209.

B. Forstliche Produktionslehre.

IV. Forstliche Standortslehre.

Von

E. Ramann.

Einleitung: Allgemeines über den Boden 213
I. Die physikalischen Eigenschaften des Bodens 215
Die mechanische Bodenanalyse 215. Bau (Struktur) des Bodens 217 (Einzelkorn- und Krümelstruktur, Spezifisches Gewicht und Volumgewicht der Bodenarten). Wasserkapazität oder wasserhaltende Kraft des Bodens 221. Die Wasserbewegung im Boden 225 (Benetzungswiderstand der Bodenbestandteile, der kapillare Aufstieg des Wassers im Boden, das Eindringen des Wassers in den Boden). Die Wasserverdunstung im Boden 231. Die Farbe des Bodens 237. Boden und Wärme 238. Die Erwärmung des Bodens 240. (Einfluß der chem. Zusammensetzung auf die Wärmekapazität, Farbe und Wärmeaufnahme, Wärmeleitung im Boden, Einfluß des Wassers auf die Wärmeleitung). Kondensationserscheinungen im Boden 244. Wärmeentwickelung bei der Kondensation 247. Durchlüftung des Bodens 249. Kohäreszenzverhältnisse des Bodens 250.
II. Die Bildung und Zusammensetzung des Bodens 252
Die wichtigsten Mineralarten 252 (Kieselsäure und Silikate, Quarz, Feldspathe, Glimmergruppe, Hornblende und Augit, Kaolin, Karbonate, kohlensaurer Kalk, Dolomit, Sulfate, Chlorite, Oxyde und Oxydhydrate, Schwefelmetalle). Die Verwitterung 262 (durch physikalische Kräfte, durch Wasser, Verwitterung in engerem Sinne 264, Organische Stoffe und deren Einwirkung 266, Absätze aus verwitternden Gesteinen 267, Absätze organischer Stoffe, Ortstein 269).
III. Die Absorptionserscheinungen im Boden 270
IV. Der Transport der Verwitterungsprodukte 274
Der trockene Abtrag 275. Abtrag durch Wasser 275. Abtrag durch Luftbewegung 278.
V. Die bodenbildenden Gesteine und ihre Verwitterung 278
Massige Gesteine 279
Saure Gesteine 279 (Granit, Felsitporphyr). Gesteine mit mittlerem Kieselsäuregehalt 280 (Syenit, Trachyt, Phonolith). Basische Gesteine 280 (Diorit, Diabas, Basalt, Melaphyr).
Urschiefer und metamorphische Gesteine 281
Gabro, Gneis, Granulith, Urthonschiefer.
Thonschiefer und Thone 283
Kalk- und Dolomitgesteine 283
Reine Kalke 283 (Kreide, Muschelkalk, Jura). Kalkgesteine mit reichlicheren thonischen Beimischungen 284. Dolomitische Kalke und Dolomite 284. Mergel 284.

Seite
Konglomerate, Sandsteine und Sande 285
Humose Bildungen (Torf. Moorerde) 286
Diluvium und Alluvium 288
Diluvium 288 (Glaziale Bildungen. Nordisches Diluvium. Unteres, oberes Diluvium. Diluviale Flußablagerungen. Diluvialbildungen der Gebirge. Löß). Alluvium 290 (Marsch- und Aueboden. Heidesand).
Wasser und seine Bewegung im Boden 291
Bezeichnung der Bodenarten 292
Bodenanalyse 293
VI. Pflanze und Boden 295
Physikalische Faktoren des Pflanzenwuchses (Licht und Wärme) . . . 295
Chemische Faktoren des Pflanzenwuchses 297
Kohlensäure 297. Stickstoff 298. Wasser 299 (Wasserbedarf der Pflanzen, Wassergehalt des Bodens, Wasserverteilung, Wasseraufnahme der Pflanzen, die gelösten Bestandteile des Wassers, die verschiedenen Feuchtigkeitsgrade). Die Mineralstoffe im Pflanzenkörper 304 (Reinasche 304, Menge der aufgenommenen Mineralstoffe, Gesetz des Minimums 307). Waldbäume und Mineralstoffe 307 (Verhältnis zwischen Holzkörper, Rindenkörper und Blattorganen).
Thätigkeit lebender Organismen im Boden 309
Tiere 309. Pflanzen, Spaltpilze 311 (Verwesung 312, Fäulnis 313, die Humusstoffe 314).
Die Bodenbedeckung 315
Bodenmächtigkeit 317
Bodenflora 319

V. Forstbotanik.

Grundriß der speziellen Morphologie der deutschen Bäume und Sträucher, der wichtigsten Arten der Waldbodenflora, sowie der baumverderbenden Pilze.

Von

Chr. Luerssen.

Litteratur 321
Einleitung: Die wichtigsten Systeme 322
Künstliche Systeme 322. Natürliche Systeme 323: System von Jussieu, de Candolle, Endlicher, Brogniart, Eichler.
Sporenpflanzen (Kryptogamen) 328
Lagerpflanzen (Thallophyten) 328: Schleimpilze 331, Spaltpflanzen (Spaltalgen, Spaltpilze, Kieselalgen, Algen, Pilze, allgemeines 336).
Pilze insbesondere 340
Algenpilze 340: Peronosporeae (Phytophthora omnivora), Brandpilze 343. — Schlauchpilze 344: Gymnoasci (Exvascus), Perisporiaceae (Mehltaupilze), Pyrenomycetes, Kernpilze: (Rosellinia quercina, Eichenwurzeltödter, Nectria) Discomycetes, Scheibenpilze (Schorfpilze: Hysterium pinastri, parasitäre Schütte, Hyst. macrosporum, Hyst. nervisequum, Rhytisma. — Becherpilze: Pesiza Willkommii 358, Morcheln 359), Flechten 360 (Laubflechten, Evernia, Usnea, Cladonia), Trüffeln (Hirschtrüffel, ächte Trüffel, Mycorrhiza), Hefepilze 366. — Rostpilze 367: Uredo, Puccinia, Coleosporium, Chrysomyxa 368 (Coleosporium Senecionis, Peridermium Pini, Melampsora, Aecidium columnare, Gymnosporangium, Aecidium elatinum, Caeoma pinitorquum). — Basidienpilze 376: Hautpilze (Hutpilze), Allgemeines,

Seite

Uebersicht, Entwickelungsgeschichte 377 (Warzenschwämme: Stereum, Telephora — Keulenschwämme: Clavaria. — Stachelschwämme. — Röhrenschwämme: Polyporus-Arten 382, Pol. annosus (Trametes radiciperda) insbes., Trametes pini, Merulius lacrymans, Boletus. — Blätterschwämme: Agaricus-Arten 391, Agaricus melleus insbes.); Bauchpilze 396.

Moose insbesondere 397

Lebermoose 399, Laubmoose 400.

Farnpflanzen insbes. 401

Farnkräuter 402, Wasserfarne 404, Schachtelhalme 404, Lycopodiaceae 405, Isoëtaceae 405, Selaginellaceae 406.

Samenpflanzen (Spermaphyta, Phanerogamae) 407

Allgemeines 407.

Gymnospermae 414

Cycadaceae 414.

Coniferae, Nadelhölzer 414: Taxoïdeae (Taxus baccata 415), Pinoïdeae (Cupressaceae 417, Juniperaceae, Juniperus communis, J. nana, virginiana, Cupressineae; Thuya, Cupressus, Chamaecyparis. — Abietaceae 418, Taxodineae, Araucarieae 419, Abietineae 420, Abies pectinata, A. Nordmanniana, Pseudotsuga Douglasii, Picea excelsa 422, Larix europaea 424, Pinus 425, P. silvestris, P. montana, P. laricio, austriaca, nigricans, P. rigida, P. Jeffreyi, P. strobus, P. cembra).

Gnetaceae 428.

Angiospermae 428

Monocotyledoneae 429

Liliiflorae 429 (Anthericum, Allium, Gagea, Lilium, Convallaria, Paris). — Spadiciflorae 430 (Arum, Calla, Lemna, Typha). — Glumiflorae 431 (Gramineae, Cyperaceae, Carex-Arten). — Gynandrae 434 (Cypripedium, Neottia, Platanthera, Epipactis, Orchis).

Dicotyledoneae.

Choripetalae 435

Amentaceae 436

Cupuliferae 436: Betulaceae (Alnus 437, A. glutinosa, A. incana. — Betula 438, B. alba, B. verrucosa); Corylaceae (Carpinus, C. betulus, Corylus 441); Fagaceae (Quercus 442, Qu. pedunculata, Qu. sessiliflora, Qu. pubescens, Qu. cerris, Qu. rubra. — Fagus 445, F. silvatica). — Juglandaceae (Juglans 447, J. regia, J. nigra, J. cinerea. — Carya-Arten 448). — Myricaceae (Myrica Gale 448). — Salicaceae (Salix 449, S. pentandra, S. fragilis, var. vitellina, S. triandra = amygdalina, S. viminalis, S. cinerea, S. caprea, S. aurita, S. repens. — Populus 451, P. tremula, P. alba, P. nigra, P. pyramidalis, P. canadensis, P. balsamifera).

Urticineae 452

Ulmaceae 453: Ulmeae (Ulmus, U. glabra, U. suberosa, U. campestris, U. effusa). — Celtideae (Celtis australis 455). — Cannabineae 456. — Moraceae (Morus 456, M. alba, M. nigra). — Urticaceae.

Centrospermae 457

Polygonaceae (Polygonum 457, — Rumex 457). — Chenopodiaceae 457. — Caryophyllaceae 457.

Polycarpicae 458

Ranunculaceae 458: Clematideae 458; Anemoneae 459; Helleboreae 459; Paeonieae 460; Berberideae 460.

Rhoeadinae 460

Cruciferae 460; Fumariaceae 461; Papaveraceae 461.

Cistiflorae 461

Seite

Cistaceae 461; Hypericaceae 462; Violaceae 462; Tamaricaceae 463.

Columniferae 463

Tiliaceae (Tilia 463, T. ulmifolia = parvifolia, T. platyphylla = grandifolia); Malvaceae 465.

Gruinales 465

Geraniaceae 465; Oxalidaceae 465; Balsaminaceae 466.

Aesculineae 466

Aceraceae (Acer 466, A. pseudoplatanus, A. platanoides, A. campestre, A. monspesulanum, A. dasycarpum, A. negundo, A. californicum), Sapindaceae (Aesculus Hippocastanum 469); Polygalaceae 469.

Frangulinae 469

Aquifoliaceae (Ilex aquifolium 470); Staphyleaceae (Staphylea pinnata 470); Celastraceae (Evonymus 470); Rhamnaceae (Rhamnus 471, R. cathartica, R. frangula).

Tricoceae 472

Euphorbiaceae (Euphorbia 472, Mercurialis 472); Buxaceae (Buxus sempervirens).

Umbelliflorae 473

Cornaceae 473 (Cornus, C. sanguinea, C. mas); Araliaceae 473 (Hedera helix), Umbelliferae 475 (Sanicula, Bupleurum, Pimpinella, Seseli, Libanotis, Angelica, Selinum, Peucedanum, Heracleum, Siler, Laserpitium, Anthriscus, Chaerophyllum, Conium).

Saxifragineae 476

Crassulaceae 476 (Sedum); Saxifragaceae 477 (Parnassia, Philadelphus, Saxifraga, Chrysosplenium); Ribesineae 477 (Ribes, R. grossularia, R. alpinum, R. rubrum, R. nigrum); Platanaceae 478 (Platanus, P. occidentalis, P. orientalis).

Myrtiflorae 479

Onagrariae 479, Epilobium, Circaea, Lythrum).

Thymelaeinae 480

Thymelaeaceae 480 (Daphne); Eleagnaceae 480 (Hippophaë rhamnoides).

Rosiflorae 481

Rosaceae: Pruneae 481 (Prunus, P. spinosa, P. insititia, P. domestica, P. avium, P. cerasus, P. padus); Potentilleae 484 (Rubus, R. fructicosus, R. idaeus, R. saxatilis; Geum; Fragaria; Potentilla; Alchemilla); Spiraeaceae 485 (Spiraea); Roseae 486 (Rosa); Pomaceae 486, Pirus, P. malus, P. communis, P. (Sorbus) aucuparia, P. domestica, P. torminalis, P. Aria; Cydonia; Amelanchier 489; Mespilus 489 (M. germanica, M. monogyna = Crataegus m., M. oxyacantha); Cotoneaster 489.

Leguminosae, Papilionaceae 490

Genisteae 490 (Ulex, Sarothamnus, Cytisus, Genista); Anthyllideae 491 (Ononis); Trifolieae 491 (Trifolium); Galegeae 491 (Colutea, Robinia); Astragaleae 492; Vicieae 492 (Vicia, Ervum, Lathyrus, Orobus).

Hysterophyta (Monochlamydeae) 493

Aristolochiaceae 493 (Asarum), Santalaceae 493 (Thesium); Loranthaceae 494 (Viscum album, Loranthus).

Sympetalae 495

Bicornes 495

Ericaceae; Ericineae 495 (Arctostaphylus, Andromeda, Calluna, Erica); Rhododendraceae 496 (Ledum, Rhododendron); Pirolaceae 497 (Pirola, Monotropa); Vacciniaceae 497 (Vaccinium myrtillus, V. uliginosum, V. vitis Idaea, V. oxycoccus, V. macrocarpum).

Primulineae 498

Seite

Primulaceae 498 (Primula, Lysimachia, Trientalis); Plumbaginaceae 498 (Armeria).

Contortae 499

Oleaceae 499: Fraxineae 499 (Fraxinus excelsior, F. Ornus); Syringeae 500 (Syringa, Ligustrum). — Gentianaceae 500: Gentianeae 501 (Gentiana, Erythraea); Menyantheae 501. — Apocynaceae 501 (Vinca). — Asclepiadaceae (Vincetoxicum).

Tubiflorae 502

Convolvulaceae 502; Convolvuleae 502; Cuscuteae 502 (Cuscuta). — Solanaceae 303 (Lycium, Solanum, Atropa). — Asperifoliaceae = Boragineae 504 (Symphytum, Pulmonaria, Myosotis).

Labiatiflorae 504

Labiatae 504 (Salvia, Galeopsis, Prunella, Ajuga, Lamium, Stachys, Glechoma, Scutellaria, Betonica, Teucrium, Mentha, Thymus, Clinopodium, Calamintha); Scrophulariaceae 506 (Verbascum, Veronica, Scrophularia, Digitalis, Linaria, Lathraea, Pedicularis, Melampyrum).

Campanulineae 507

Campanulaceae 507 (Jasione, Phyteuma, Campanula).

Rubiinae 508

Rubiaceae 508: Stellatae (Asperula, Galium); — Caprifoliaceae 509: Sambuceae (Sambucus, Viburnum, Adoxa); Loniceraceae (Lonicera, Linnaea).

Aggregatae 510

Valerianaceae 510 (Valeriana), Dipsaceae 511 (Dipsacus, Scabiosa); — Compositae 511 (Eupatorium, Petasites, Erigeron, Solidago, Inula. — Gnaphalium, Achillea, Chrysanthemum, Senecio; — Centaurea, Serratula, Lappa, Carduus. — Lactuca, Prenanthes, Hieracium).

VI. Waldbau.

Von

T. Lorey.

Einleitung: Begriff, Zwecke und Ziele, Hilfsfächer, Einteilung 515

Erster Abschnitt: Das Bestandesmaterial 517

Aufzählung der Holzarten 517

Waldbauliche Bedeutung derselben 518

I. Standortsansprüche 518

A. Boden, insbes. physikalische Eigenschaften desselben 518: Feuchtigkeit 519, Gründigkeit 519, Bündigkeit 520.

B. Die Lage und die klimatischen Bedingungen 520: Exposition 520, Abdachung 520, Meereshöhe und geograph. Lage 521, Oberflächengestaltung 521.

II. Die Entwickelung des einzelnen Baumes 521

Keimung 522, Wurzelsystem 522, Höhenentwickelung 522, Verhalten gegen Beschädigungen 523, Fruktifikation 523.

III. Das Verhalten der Holzarten im Bestand 524

A. Einfluß der Holzarten auf den Boden 524

B. Verhalten der Holzarten untereinander. Gemischte Bestände . . . 527

Allgemeines 527; Allgemeine Regeln für die Anlage gemischter Bestände 528; Spezielle Regeln 530 (Schattenhölzer unter einander 530, Schatten- und Lichthölzer 530, Lichthölzer untereinander 531).

C. Holzartenwechsel 531

Seite
IV. Wirtschaftliche Bedeutung der Holzarten 582
Massen- und Wertserzeugung 582, Arbeitsgelegenheit, Verhalten gegen den Standort, Wirtschaftseinrichtung, Nebennutzungen, Widerstandsfähigkeit 534, besondere örtliche Anforderungen 535.
Zusatz: Einführung ausländischer Holzarten 535.
Zweiter Abschnitt: Die Bestandesbegründung 536
1. Kapitel: Allgemeine Gesichtspunkte.
I. Arten der Begründung und ihre wirtschaftl. Bedeutung 536
A. Arten
B. Wahl der Art der Bestandesbegründung.
Natürliche oder künstliche Begründung? 537; Künstliche Bestandesbegründung insbes., Saat oder Pflanzung? 538.
C. Historisches 540.
II. Reihenfolge der Kulturen 541
III. Rücksichten auf die Bestandeserziehung 541
IV. Beziehungen zum Forstschutz und zur Forstbenutzung 542
V. Rücksichten der Forsteinrichtung 542
2. Kapitel: Natürliche Bestandesbegründung.
I. Durch Samen 543
A. Kahlschlag mit Randbesamung.
B. Mutterbäume auf der Kulturfläche:
Allgemeines 543; Verjüngung im Schirmschlagbetrieb 546 (Vorbereitungsschlag 546, Samenschlag 547, Auslichtungsschlag 548); V. im Femelbetrieb.
II. Durch Ausschlag 550
A. Niederwald.
B. Kopfholz- und Schneitelholzbetrieb.
3. Kapitel: Künstliche Bestandesbegründung 551
1. Teil: Herstellung eines kulturfähigen Waldbodens.
I. Behandlung von Sümpfen 551
II. Flugsand 552
III. Raseneisenstein und Ortstein 553
IV. Torfmoore 554
V. Unfruchtbarer Humus 554
2. Teil: Saat.
I. Saatmethode. 555
A. Verschiedene Arten der Saat.
B. Wirtschaftliche Bedeutung.
II. Saatmaterial 556
A. Beschaffung des Samens 556 (Selbstsammeln, Naturalabgabe, Tausch, Kauf).
B. Aeußere Beschaffenheit des S. 556.
C. Prüfung des S. 556 (Keimproben, Keimapparate, Dauer der Keimkraft).
III. Das Keimblatt 557
Vorbemerkungen.
A. Entfernung eines hinderlichen Bodenüberzugs 558.
B. Bodenlockerung: Vollsaat 558, Stellenweise Saat 559 (Riefen, Platten).
C. Herbeischaffen von Kulturerde 559.
IV. Vollzug der Saat 560
A. Saatzeit; B. Samenmenge; C. Beförderung der Keimung; D. die einzelnen Saatmethoden 561 (Vollsaat, Stellenweise Saat); E. Unterbringen und Bedecken des Samens; F. Pflege der Saatkulturen 562.
3. Teil: Pflanzung.
I. Pflanzmethode 562
A. Arten der Pflanzung.
B. Wirtschaftliche Bedeutung.

Seite

II. Pflanzmaterial 563
A. Erforderliche Eigenschaften.
B. Arten der Pflanzenbeschaffung 563: Kauf und Tausch, Entnahme aus Schlägen, besondere Anzucht (in Freilagen, unter Schutzbeständen, in Forstgärten).
C. Forstgartenbetrieb insbes. 564: Arten der Forstgärten, Wahl des Platzes (Lage, Größe, Boden, Gestalt), Bodenbearbeitung, Umfriedigung, Einteilung, innere Einrichtung, Aussaat im Garten (Art, Samenmenge, Zeit, Vollzug), Schutz und Pflege der Saatbeete, Pflanzbeete, Verschulen (Alter, Zeit, Dauer des Verbleibens im Verschulbeet, Ausheben, Beschneiden, Pflanzenentfernung, Verband, Ausführung, Hilfsmittel), Schutz und Pflege der Pflanzbeete, Kosten.
D. Besonderheiten einzelner Holzarten 567: Laubhölzer, Nadelhölzer.
E. Ausheben, Beschneiden, Transport, Aufbewahren der Pflanzen 567.
III. Herrichtung der Kulturfläche 568
IV. Vollzug der Pflanzung 568
A. Pflanzzeit 568: Herrichten der Pflanzstelle, Pflanzgeschäft.
B. Herstellung geregelter Pflanzverbände 569.
C. Pflanzenmenge 569: Berechnung für geregelte Verbände.
D. Die Pflanzverfahren 569: Ballenpflanzen, Ballenlose Pflanzen (Lochpflanzung, Spaltpflanzung, Obenaufpflanzung), Setzreiser und Setzstangen.
V. Schutz und Pflege der Pflanzkulturen 571
4. Kapitel: Bestandesbegründung bei den einzelnen Holzarten 571
I. Laubhölzer 571.
II. Nadelhölzer 574.
III. Gemische Bestände 578.
Dritter Abschnitt: Die Bestandeserziehung 578
Vorbemerkungen.
1. Kapitel: Die Reinigungshiebe 580
I. Aushieb von Vorwüchsen 580.
II. Ausjätungen 582.
2. Kapitel: Die Durchforstungen 584
I. Begriff 584.
II. Zweck 584.
III. Grundsätze für die Ausführung 588.
A. Beginn 588, B. Stärke des Eingriffs und Wiederholung 589, C. Besondere Fälle 592 (Aushieb von Krebstannen, Durchforstung gemischter Bestände 593, Ausforstung dominierender Stämme, Plenterdurchforstung 594).
IV. Durchführung im Walde 596.
Holzauszeichnung, Hiebsführung.
3. Kapitel: Die Aufastungen 597
I. Zweck 597.
II. Erfolg 599.
A. Art der Ausführung 599 (Ort der Abtrennung, Instrumente, Behandlung der Wundfläche), B. Zeit 599, C. Ausdehnung 600, D. Kosten 600.
4. Kapitel: Auszugshauungen 600
5. Kapitel: Unterbau und Lichtungsbetrieb 600
I. Unterbau insbes. 601.
A. Allgemeine Gesichtspunkte 601, B. Bedingende Momente 602 (Die zu unterbauende Holzart, Aufgabe des Unterstandes, die einzubringende Holzart, Zeit, Ausführung), C. Besondere Fälle des Unterbaues 604.
II. Lichtungsbetrieb insbes. 604.
A. Allgemeine Gesichtspunkte 604, B. Bedingende Momente 605 (Der Bestand, Wirtschaftszweck, Beginn, Maß der Lichtung, wiederholte Lichtung, Unter-

Seite

bau), C. Besondere Fälle 607 (der zweialterige Hochwald Burckhardts, der modifizierte Buchenhochwald v. Seebachs, die Homburg'sche Nutzholzwirtschaft, Wageners Lichtwuchsbetrieb), D. Effekt 609.

Vierter Abschnitt: Die Betriebsarten 610

Vorbemerkungen.

1. Kapitel: Uebersicht und allgemeine Würdigung der Grundformen 610

I. Uebersicht 610.

A. Hochwald 610 (Plenter- oder Femelbetrieb, Femelschlagbetrieb, Schirmschlagbetrieb, Kahlschlagbetrieb), B. Ausschlagswaldungen 612 (Niederwald oder Stockschlag, Kopfholz, Schneitelholz), C. Mittelwald 613.

II. Würdigung 613.

Vorbemerkungen, A. Hochwald 614 (Plenterbetr., Femelschlagbetr., Schirmschlagbetr., Kahlschlagbetr.), B. Ausschlagswald 617 (Niederwald, Kopfholz, Schneitelholz), C. Mittelwald 618.

2. Kapitel: Modifikationen der Grundformen, Zwischenformen, besondere Fälle . 618

A. Hochwald 619 (Femelartiger Hochwaldbetr., Ueberhaltbetr., zweihiebiger Hochwald, Unterbau- und Lichtungsbetrieb, Waldfeldbau), B. Niederwald und Mittelwald 622.

3. Kapitel: Betriebsumwandlungen 622

I. Allgemeines 622.

II. Umwandlungen innerhalb des Hochwalds 623.

III. Aufgeben des Hochwaldbetriebs 624.

IV. Niederwald und Mittelwald in Hochwald überzuführen 625.

4. Kapitel: Die Betriebsarten und die einzelnen Holzarten 626

I. Laubhölzer 626.

II. Nadelhölzer 629.

Berichtigungen

I. Band 1. Abteilung.

Seite	227	Z.	25	v.	o.	lies	0,1 mm	statt	1 mm
„	236	„	18	„	„	„	erheblich	„	nur mäßig
„	238	„	20	„	„	„	72	„	22
„	244	„	6	„	„	„	H_2O	„	HO
„	263	„	20	„	„	„	1 : 1,102	„	1 = 1,102
„	271	„	5	„	u.	„	H_2O	„	HO
„	290	„	30	„	o.	„	Tschernosem	statt	Tschernospom
„	298	„	8	„	u.	„	Stickstoffbindung	statt	Stickstoffverbindung
„	299	„	8	„	o.	„	„ „ bindung	„	„ „ verbindung
„	299	„	6	„	u.	„	nH_2O	„	H_2O
„	319	„	16	„	„	u.	arvensis	„	arenaria
„	320	„	14	v.	o.	„	Valerandi	„	Veillandi

II. Band 2. Abteilung.

Seite	287	Z.	9	v.	o.	lies	D	statt	C
„	294	„	7	„	„	„	$\frac{a}{h} = \cot \beta$	„	$\frac{a}{h} = \cos \beta$



I.

Die Aufgaben der Forstwirtschaft.

Allgemeine Erörterungen über die Ziele und Mittel der forstlichen Produktion.

Von

Rudolf Weber.

Vorbemerkung.

Als einleitender Teil eines Handbuches der Forstwissenschaft stellt sich diese Abhandlung die Aufgabe, die Forstwissenschaft unter zwei Gesichtspunkten zu betrachten, wovon der erste von den Interessen der Gesammtheit — des Staates — ausgeht und die mannigfachen Beziehungen, in welche der Wald zu denselben tritt, umfaßt, während der zweite individualistischer Natur ist und das Subjekt, in dessen Interesse eine Forstwirtschaft geführt wird, als ausschlaggebend in den Vordergrund stellt. Diese Trennung in eine staatswirtschaftliche und eine privatwirtschaftliche Aufgabe ist deshalb als grundlegend vor allen einzelnen Disziplinen zu behandeln, weil die wirtschaftlichen Maximen über die Wälderbehandlung sowohl in der Verwaltung als auch in der Gesetzgebung hievon wesentlich beeinflußt sind, weil ferner in mehreren Gebieten der Forstwissenschaft scharf zwischen dem „Schutzwalde" und dem „Wirtschaftswalde" unterschieden werden muß, wenn man zu widerspruchsfreien Resultaten und praktisch anwendbaren Regeln gelangen will.

Um zunächst den Gegenstand selbst, den Wald wie er jetzt ist, näher zu präzisieren, die Art, wie er seine gegenwärtige Verteilung, Größe, Eigentumszugehörigkeit erlangt hat, zu schildern, habe ich in einer kurzen historischen Einleitung die wesentlichen Momente aus diesem Gestaltungsprozeß, welcher ja noch fortbauert, hervorgehoben und diesen Abschnitt mit einer möglichst nach dem neuesten Stande ergänzten Flächenstatistik abgeschlossen.

In der Betrachtung über die staatswirtschaftliche Bedeutung der Wälder habe ich mich bemüht, den möglichst exakten Nachweis für die behaupteten Erscheinungen und Wirkungen zu liefern, da es unmöglich genügen kann, blos Berichte und Erzählungen über die verderblichen Wirkungen der Waldzerstörungen aufzuhäufen, sondern in unserem Zeitalter mit Recht gefordert wird, die Sonde wissenschaftlicher Untersuchungen an alle diese Behauptungen anzulegen. Das Rüstzeug zu solchen kritischen Untersuchungen ist aber die Naturwissenschaft, welche ich demnach gerade in diesem Abschnitte mehr in Anwendung bringen mußte, als es sonst in staatswirtschaftlichen Abhandlungen herkömmlich ist. Sollte

mir etwa hieraus ein Vorwurf gemacht werden, so muß ich dem entgegenhalten, daß dieses Gebiet materiell eben noch nicht so vollständig verarbeitet ist, um fertige, abgeschlossene Ergebnisse verwenden und lediglich formal umgruppieren zu können. Es liegen nemlich über die klimatischen Beziehungen des Waldes zwar eine sehr große Anzahl Einzelbeobachtungen vor, welche die verschiedenen Versuchsanstalten mit anerkennenswertem Eifer durchgeführt haben, allein dieses wertvolle Material ist z. B. nur zum kleinsten Teil so durchgearbeitet, daß die allgemeinen Schlußfolgerungen daraus gezogen werden könnten. Eine Bearbeitung dieses Gegenstandes mußte daher notwendig stattfinden, wollte ich anders nicht auf dieses ganze Beobachtungsmaterial verzichten.

In dem zweiten Abschnitt über das privatwirtschaftliche Interesse bei der Forstwirtschaft habe ich diesen Produktionszweig nach seinen wirtschaftlichen Faktoren: Natur, Arbeit und Kapital betrachtet und mich dabei bestrebt, die allgemeinen Gesetze möglichst hervorzuheben, welche den Gang dieser Werterzeugung beherrschen. Selbstverständlich fanden hiebei zahlreiche Berührungspunkte mit den einzelnen Disziplinen, namentlich mit Statik und Waldwertrechnung, dann Forstpolitik statt, deren Grenzlinien ich nach Möglichkeit einzuhalten bestrebt war.

Indem dieses Heft als erstes in der Reihe der zu dem „Handbuche" vereinigten in die Öffentlichkeit tritt, trägt es daher gewissermaßen das Motto der sämtlichen forstlichen Disziplinen: „Naturwissenschaft und Wirtschaftswissenschaft".

Die geographische Verteilung der Wälder in Europa und ihre historischen Ursachen.

§ 1. Wie die Bedürfnisse der Menschen mannigfach von der physikalischen Beschaffenheit der von ihnen bewohnten Länder bedingt und beeinflußt waren, so spielt auch in der Art der Befriedigung dieser Bedürfnisse die umgebende Natur eine hervorragende Rolle, indem sie der menschlichen Arbeit den Angriffspunkt und die Richtung gibt. So war es für das Gedeihen der menschlichen Kultur gewiß von Vorteil, daß in den großen Länderstrecken, welche die arktische Zone der nördlichen Hemisphäre einfassen, sich ein breiter Gürtel mächtiger Waldgebiete durch alle drei Kontinente hinzieht, deren jahrhundertelang aufgespeicherte Schätze von Brennstoff und Baumaterial den Ansiedlern es ermöglichte, den Kampf mit den Unbilden eines winterlichen Klimas aufzunehmen. Ohne Zweifel haben die Wälder die Lebensweise, Sitten und Gewohnheiten der ersten Bewohner dieser Gegenden in bezug auf Konstruktion der Wohnungen und Geräte, Art der Feuerung und Speisenzurichtung mannigfach beeinflußt, wie ja bekanntlich die Steppe, Prairie und die Wüste ihrerseits den Lebensgewohnheiten der Menschen ihr unverkennbares Gepräge erteilen. Seit jenen ersten Ansiedelungen, wie sie uns jetzt die prähistorischen Forschungen kennen lehren, hat aber der Wald durch alle Stadien der Kulturentwicklung nicht aufgehört, eine nachhaltig fließende Quelle unentbehrlicher Güter zu sein, welch' letztere zwar lange Zeit nur im Wege der bloßen Besitzergreifung und unbekümmert um etwaige Erschöpfung benutzt wurden, aber bezüglich ihres Gebrauchswertes zu allen Zeiten unter die dringendsten Bedürfnisse, unter die Notdurft gerechnet wurden.

Freilich traten bei der Besiedlung der Länder unseres Himmelsstriches die undurchdringlichen Waldmassen auch in feindliche Kollision mit den Interessen der Ackerbau und Viehzucht treibenden Bewohner — galt es doch, die fruchtbaren Flächen einer die Arbeit lohnenden, intensiveren Kultur zu gewinnen und mit zäher Anstrengung neue, künstliche Vegetationsformen, Felder, Wiesen und Gärten an die Stelle der aus der Hand der Natur hervorgegangenen Wälder zu setzen. Die Ausbreitung menschlicher Kultur beginnt daher in den waldreichen Gebieten mit Vernichtung der Waldungen, weil jeder Ansiedler bestrebt

sein muß, sich rasch genug in den Besitz von so viel urbarer Fläche zu setzen, um mit dem Ertrage seinen Viehstand überwintern zu können. Wie heutzutage der „Lumbermann" in Kanada oder der Kolonist in Australien verfährt, so haben zweifellos ehedem auch die Ansiedler, denen Deutschland seine Kultur verdankt, Feuer an die Holzbestände gelegt, weil die Arbeit der Axt das Zerstörungswerk zu langsam vollbracht hätte. In der That enthält auch die lex Saxonom eine Bestimmung über die Haftpflicht für Schaden, wenn ein angezündeter Baumstamm beim Fallen einen Menschen trifft, und die Ortsnamen erzählen uns noch durch ihre Zusammensetzungen mit den Endungen auf -brand, -schwand, -schwende, -reut, -rüti, -gereut und -hag von der Brandkultur, welcher in alten Zeiten der Wald weichen mußte. Aus den uns erhaltenen Urkunden der Karolinger Zeit kann man ersehen, daß schon seit dem Ende der Völkerwanderung allmählig immer ausgedehntere Rodungen in den einst von den römischen Historikern und Geographen als unermeßlich geschilderten Waldgebieten Deutschlands stattgefunden haben, und von Karl dem Großen ist bekannt, daß er die friedliche Unterwerfung der mit Waffen eroberten Länder durch Ausbreitung der Kultur besonders eifrig erstrebte. Nachweisbar dauerte diese Waldausstockung im großen Maßstabe noch fort bis gegen das Ende des vierzehnten Jahrhunderts, während welcher Zeit die Mehrzahl der Dörfer, Herrschaften und Klöster sowie der Städte Deutschlands gegründet und ein reiches Kulturleben über die Gegenden ausgebreitet wurde, die vorher unwegsame Wildnisse waren. Aber selbst bis zum XIV. Jahrhundert gab es noch keine festen, ausgeschiedenen Grenzen zwischen Wald und Feld; nach Belieben brannte man an passenden Stellen den Wald nieder, oft nur um einiger Ernten willen, während die Flächen brach liegen blieben oder wieder mit Wald anflogen — sog. Aussenfelder. Im allgemeinen begünstigten die Landesherren, geistlichen und weltlichen Fürsten die Rodung und Anlage von Neubrüchen in ihren Gebieten, weil die Zahl ihrer Unterthanen und der Wert ihrer Dienstleistungen und Reichnisse wuchs, ja ein sog. Neubruchzehent sowie die Rodlehen brachten sogar eine ergiebige finanzielle Einnahmequelle aus den sonst ertraglosen Waldungen. Auch die älteste Form der Dorfgemeinden, die Markgenossenschaften, waren bis im Anfange des XIII. Jahrhunderts freigebig in der Gestattung von sog. „Einfängen", d. h. Rodungen zu landwirtschaftlicher Benützung in ihren Markwaldungen, solange der Ueberfluß an Wald scheinbar unerschöpflich war.

§ 2. Während so die Zerstörung und Verdrängung des Waldes als eines Kulturhindernisses die notwendige Voraussetzung für den Beginn und die Entwicklung einer höheren Kulturstufe bildete, zeigte sich andrerseits doch bald, daß auch für Erhaltung der notwendigen Holzvorräthe etwas geschehen müsse. Frühzeitig trat dies in den alten Kulturländern der ehemals zum Römerreich gehörigen Gebiete hervor: Schon Karl der Große befahl in dem Capitulare de villis seinen Beamten, welche die kaiserlichen Güter verwalteten, daß sie da, wo Wälder sein müssen, niemand erlauben dürften, dieselben zu überhauen und zu verderben. Vielfach trug auch die Jagdlust der Könige und später der Landesfürsten zu strenger Abschließung ihrer Wildbanne und Bannforste gegen das Eindringen der Waldausstockung bei. Jedenfalls verdanken viele der noch jetzt vorhandenen geschlossenen Waldkomplexe ihre Erhaltung der Inforestation oder Bannlegung, wie uns viele Urkunden aus dem X. und XI. Jahrhundert beweisen, wenn auch der Beweggrund zu dieser Abgrenzung anfangs hauptsächlich in der Sicherung des Jagdrechtes lag. Erst im XIII. Jahrhundert finden wir in Deutschland die ersten Versuche einer Verwehrung der Rodungen aus Rücksichten für die Walderhaltung und zwar in den Markgenossenschaften im Rheingau und der Wetterau, woran sich dann später die zahlreichen Rodungsverbote anschlossen, die in den „Weistümern" enthalten sind. Bemerkenswert ist namentlich ein Rodungsverbot, das durch die Rücksicht auf Erhaltung der zum Salinenbetrieb Salzburgs nothwendigen Wälder motivirt ist und das 1237 von dem dortigen Erzbischofe erlassen wurde, während

1 *

dagegen in anderen Gebieten der bayerischen Alpen noch zwei Jahrhunderte lang jeder Ansiedler das Recht zur Anlage von Neubrüchen und Alpenängern ausüben konnte. In den Markgenossenschaften jedoch bildete sich immer fester die Ausscheidung von Privateigentum und Almend aus und immer zahlreicher findet man Verhandlungen über das Verbot der Bildung neuer Einfänge und über Erhaltung der Grenzen der Markwaldungen gegen das Ackerland. In den dichter bevölkerten Ländergebieten Deutschlands war daher die Urbarmachung der zur landwirtschaftlichen Benutzung geeigneten Flächen in der Hauptsache bis zum XIV. Jahrhundert vollzogen, neue Gründungen von Dörfern und Kolonien fanden nachher nur noch im Böhmerwalde und bayerischen Walde, sowie inmitten anderer großer Waldgebirge vereinzelt statt, so daß das Verhältniß zwischen Wald und Feld in Deutschland seit einem halben Jahrtausend nicht mehr sehr erheblichen Veränderungen unterlegen ist.

Die Ursache dieser Stabilität in dem Flächenverhältnisse lag teils in dem Uebergang von der extensiven landwirtschaftlichen Bewirtschaftungsweise mit vorherrschender Waldweide und Brache zu intensiverem Betriebe, teils aber auch in der schärferen Abwehr aller Angriffe auf den Wald durch die Ausbildung der Forsthoheit der Landesherrn. Die Theorie, daß die oberste Aufsicht über alle Forst- und Jagdangelegenheiten und die Macht, darüber zu gebieten und zu verbieten, ein Attribut des territorialen Herrscherrechtes — ein Regal — sei, bewirkte den Erlaß zahlreicher Wald- und Forstordnungen seit der Mitte des XVI. Jahrhunderts. Neben vielen anderen wirtschaftlichen und administrativen Bestimmungen enthalten aber fast alle diese landesherrlichen Erlasse in erster Linie das Verbot, Neugereute ohne Erlaubniß der Behörden anzulegen; die „neuen Einfänge und Brände" wurden allenthalben abgeschafft, so in der bayer. F.O. von 1568, hohenlohe'schen (1551), der württembergischen (1552), der weimarschen (1646), der hessischen (1602), mecklenburgischen, mannsfeldschen, salzburgischen, kärntischen und anderen. In vielen dieser Verordnungen wird bereits der Befürchtung künftigen Holzmangels Ausdruck gegeben, und es werden Maßregeln zur pfleglichen Waldbehandlung und ökonomischen Nutzung der Holzvorräte angeordnet und zwar nicht blos für die landesherrlichen Forste, sondern auch für die Gemeinde-, Kloster- und Gutswaldungen des betreffenden Territoriums. Wenn man diese zahlreichen, geschichtlich interessanten Waldordnungen der deutschen Landesherrn durchliest, so bekommt man den Eindruck, daß schon im sechzehnten Jahrhundert die Frage der Walderhaltung an vielen Orten eine brennende war, man glaubte aber, von obrigkeitswegen genug gethan zu haben, wenn man Repressivmaßregeln gegen die weitere Ausdehnung der Ausstockungen ergriff und wohlgemeinte Ratschläge für Hebung der Wälderbehandlung erließ, deren Ausführung jedoch an der mangelhaften Kenntniß über die Grundsätze der Holzzucht meistens scheitern mußte.

Die Periode des dreißigjährigen Krieges machte alle diese Sorgen in Deutschland gegenstandslos, da infolge der ungeheuren Verluste an der Bevölkerungszahl, dann des Darniederliegens des Feldbaues und der Zerstörung der Dörfer leider viele Fluren sich von selbst mit Gesträuch und Wald bedeckten und ganze Gegenden wieder verwilderten. Aus diesem Grunde fehlen auch alle genaueren Anhaltspunkte für eine ziffermäßige Angabe der Bewaldungsverhältnisse in Deutschland während des XVII. Jahrhunderts und da in der zweiten Hälfte des letzteren die Initiative der Wirtschaftspolitik von Frankreich ausging, dessen Beispiel bei den deutschen Höfen fast allgemein Nachahmung fand, so ist es nötig, einen Blick auf die Entwicklung der Waldschutzfrage in diesem Lande zu werfen.

§ 3. Durch die frühzeitige Zentralisierung der königlichen Gewalt wurde auch die Ausbildung einer zentralisierten Forsthoheit in Frankreich gegenüber der territorialen Zersplitterung in Deutschland wesentlich erleichtert. So konnte schon unter Karl IX. im Jahre 1573 eine Forstordnung für das ganze Reich erlassen werden, welcher unter Heinrich IV.

1597 eine erneuerte und nach den Grundsätzen des berühmten, der Landwirtschaft und der Freiheit des Eigenthums so günstigen Ministers Herzogs von Sully umgearbeitete ordonnance folgte. Es scheint aber, daß diese Forstordnungen nicht die nötige Exekutive fanden und daher wirkungslos blieben, obwohl sie bei den Grundbesitzern wegen ihres milden Charakters beliebt waren. Erst unter Ludwig XIV. Regierung wurde durch Colbert jene bekannte ordonnance sur le fait des forêts vom Jahre 1669 erlassen, welche 120 Jahre lang die Richtschnur für die französische Forstpolitik bildete und die zum Teil bis auf die Gegenwart noch fortwirkt. Mit schwungvollen Worten preist dieser Erlaß die Erhaltung der Forste — „dieses geheiligten Stückes unseres Erbteiles“ — als eine würdige Regentensorge, da sie nicht blos dem Staate in hohem Maße zur Zierde gereichen, sondern auch ein kostbarer und bequemer Schatz für außerordentliche Notfälle seien, dessen Wachstum unmerklich und ohne Nachtheil für die Untertanen von Natur aus erfolge. —

Für Hebung der Forstkultur, namentlich Ansaat sowie Bepflanzung der Blößen und Oedgründe in den Staatswaldungen, den Gemeindewäldern und jenen der öffentlichen Institutionen wurden ausführliche Vorschriften erlassen und eine Organisation für den Forstdienst die chambres des eaux et forêts eingerichtet, sowie Bestimmungen über Bestreitung der Kosten entworfen. Von besonders einschneidender Wirkung in die Freiheit des Privateigentums waren die Verbote der Waldrodungen ohne Erlaubniß der Forstämter, ferner die Reservierung aller in den Privatwäldern vorkommenden Eichstämme, welche zu Schiffbauholz tauglich waren, für die königliche Marine und der Zwang, eine bestimmte Anzahl solcher Stämme in den Schlägen überzuhalten (droit de martelage). Außerdem wurden die Privaten bezüglich ihrer Waldkulturen und Waldbenutzung amtlich überwacht und der Holzhandel fast ängstlich kontroliert. Wenn sich nun auch nicht leugnen läßt, daß in Folge dieser mit großer Strenge durchgeführten Ordonnance die frühere, weithin eingerissene Unordnung in der nationalen Waldwirtschaft Frankreichs einer pfleglicheren Behandlung der Wälder Platz gemacht hat, so muß anderseits doch zugegeben werden, daß die Grundtendenz des Colbertismus, das System der einseitigen Begünstigung von Handel und Manufaktur auf Kosten der Bodenproduktion einen prinzipiell feindseligen Charakter gegen die Waldwirte hatte. Die Regierung wollte in erster Linie eine günstige Handelsbilanz erzielen, da ja die Gewinnung und Erhaltung von Edelmetallen die oberste Maxime der Staatsraison war; um aber Berg- und Hüttenwerke, Schmelzöfen, Glashütten und andere Fabriken im Lande betreiben zu können, brauchte man vor allem Holz — ein Produkt, dessen der Schiffbau für die Handelsflotte und die Marine nicht minder bedürftig war. Aber dieses Holz mußte möglichst billig sein und für den Staatsbedarf sogar im Expropriationswege von den Privaten beziehbar sein, daher lag die Erschwerung des Rohproduktenhandels, das Verbot der Ausfuhr außer Landes, die martelage sowie der Aufforstungszwang ganz in dem Prinzipe des Merkantilsystemes. Ließ nun schon diese wirtschaftliche Unfreiheit, die Unterdrückung jeder Konkurrenz und die künstliche Niederhaltung der Holzpreise kein gesundes Streben unter den Privatwaldbesitzern aufkommen, so sorgte gleichzeitig eine Armee von Beamten in gekauften Stellen — die Oberforstämter, Forstkammern, Wildmeisterämter, die Gardes-marteaux, die Anwälte der Forstpolizei u. s. w. — dafür, daß eine chikaneuse und sportelsüchtige Anwendung des Regulativs die Waldeigentümer zur Verzweiflung trieb. Selbstverständlich war aber wegen der Käuflichkeit der Aemter eine wissenschaftliche und technische Schulung dieses Personals nicht erreichbar, so daß die kostspielige Maschinerie wegen der Unfähigkeit vieler Stelleninhaber wenig für die Landeskultur leisten konnte. Eine rühmliche Ausnahme machten die Bestrebungen um Wiederbewaldung der Dünen, insbesondere der Landes bei Bordeaux, die schon im zweiten Dezennium des vorigen Jahrhunderts begonnen wurde und bei denen sich später namentlich Brémontier hervorragende Verdienste erworben hat.

Die Gutsbesitzer beschleunigten selbst den Ruin ihrer Wälder, nur um von der gefürchteten Forstpolizei-Gerichtsbarkeit (der table de marbre) loszukommen. Massenhaft liefen die Gesuche um Erlaubniß zum Abtriebe der Waldungen ein und die Rodung — diese Vorläuferin der Auswanderung — erschien den Bauern noch als letzte Quelle zur Hebung ihres Wohlstandes [1]).

Schon im Jahre 1721 konnte daher der berühmte Naturforscher Réaumur in der academie royale [2]) constatiren, daß trotz der strengen Forstgesetze eine unverkennbare Gefahr für den Staat aus dem Rückgang der forstlichen Produktion entstehe.

„Allgemeine Beunruhigung, sagt Réaumur, herrscht über die Vernichtung der Wälder des Königreichs und leider ist diese Unruhe nur allzu begründet. Nicht allein in den großen Städten führt man Klage darüber, daß alle Holzsortimente immer seltener werden, sondern dieselben Klagen kommen auch aus denjenigen Landesteilen," wo das Holz sonst sehr häufig vorkam. Ueberall, wo Eisenhämmer, Hochöfen, Glashütten 2c. bestehen, befürchtet man, daß diese an dem Mangel des zu ihrem Unterhalt nötigen Holzes zu Grunde gehen müssen. Man hat vielleicht den Verbrauch übermäßig ausgedehnt, sei es in bezug auf Zimmer- und Werkholz, sei es hinsichtlich des Brennholzes; wir bauen, möblieren und heizen mehr Zimmer, als unsere Voreltern gethan, die Zahl der Essen, Hochöfen und Glasschmelzen hat sich vervielfacht — aber es wäre eine falsche Auffassung des Staatsinteresses, wollte man die Zahl dieser Werke vermindern, um den Wald zu erhalten. Was aber das öffentliche Interesse dringend erfordert, das ist, daß nicht zugleich die Holzmassen sich vermindern, während der Verbrauch sich steigert.. Es ist äußerst wünschenswert, daß jene Bodenflächen, die Wald geblieben sind, auch unseren Bedarf decken, daß sie stets vollständig bestockt seien und daß namentlich eine Verminderung ihrer Produktion verhindert werde. Dann würden die uns verbliebenen Wälder uns hinreichend mit Produkten versorgen."

In dem weiteren Verlauf dieser höchst interessanten »Reflexions« untersuchte Réaumur die Nachteile der durch die Ordonnance von 1669 vorgeschriebenen Ueberhälter (baliveaux de martelage), lehrt die Ermittlung des jährlichen Zuwachses auf einem Morgen (arpent) Mittel- und Niederwald und gelangt zu der Forderung einer Umtriebszeit, innerhalb welcher das Maximum des Zuwachses erreicht werden könne. In waldbaulicher Hinsicht betont er namentlich die notwendige Ergänzung der nicht mehr ausschlagenden Stöcke durch Eichelsaaten, eventuell unter Anwendung des Hackwaldbetriebes — ein Abschnitt, der gerade dadurch besonderes Interesse bietet, weil die Oberforstbehörde in einem Schreiben an Réaumur behauptet hatte, die Stöcke der Eichen seien unsterblich und könnten immerfort ausschlagen. Am Schlusse seiner Abhandlung richtet Réaumur noch die lebhafte Aufforderung zu Kulturversuchen mit ausländischen Holzarten an die Akademie."

Achtzehn Jahre später beschäftigte sich dieselbe illustre Korporation mit der Wald-Erhaltungsfrage, über welche kein Geringerer als Büffon referirte [3]). Er beginnt folgendermaßen:

„Das Holz, einst so allgemein, reicht gegenwärtig kaum zu dem allerunentbehrlichsten Bedarf aus und wir sind für die Zukunft von einem vollständigen Mangel daran bedroht, denn es wäre fast gleichbedeutend mit dem Staatsuntergang, wenn wir genötigt wären, Zuflucht bei unseren Nachbarn zu suchen und von ihnen mit großen Unkosten das zu beziehen, was wir mit eigener Sorgfalt und einiger Oekonomie uns selbst verschaffen können [4]). Allein dazu muß man die Zeit rasch ergreifen und lieber von heute ab mit den Maßregeln beginnen. Denn wenn wir unthätig und zugleich gierig im Verbrauch noch länger fortfahren, in unverantwortlicher Weise gleichgiltig gegen die Nachwelt zu bleiben, wenn wir nicht unsere Forstpolizei umgestalten, so ist zu befürchten, daß die Forste, diese wertvollste Domaine unserer Könige, zu wüstem Land werden, daß die Schiffsbauhölzer, auf denen unsere Stärke zur See beruht, eines Tages verschwunden sind ohne jegliche Hoffnung einer möglichen Wiederherstellung. Selbst Jene, welchen die Erhaltung der Wälder anvertraut ist, beklagen deren Untergang, aber es genügt nicht, ein empfundenes Uebel zu beklagen, sondern man muß das Heilmittel suchen und jeder gute Bürger muß an die Oeffentlichkeit treten mit seinen in dieser Hinsicht gemachten Erfahrungen und Ueberlegungen." An anderer Stelle fährt Büffon fort: „Wie viel Oedland gibt es nicht im Königreiche, unter dem Namen Landes, Bruyères (Haiden) und Gemeindeländereien, welche absolut ertraglos sind? Enthält nicht die Bretagne, das Poitou, die Guyenne, Bourgogne, Champagne

1) Victor Riquetti marquis de Mirabeau »Philosophie rurale ou Economie générale et politique de l'agriculture.« Amsterdam 1764.

2) Histoire de l'Academie Royale de France, Année 1721. S. 284. Reflexions sur l'état des bois du royaume et sur les précautions, qu'on pourrait prendre pour en empêcher le dépérissement et les mettre en valeur par Réaumur.

3) Histoire de l'Academie Royale de France, Année 1739. S. 140. Mémoire sur la conservation et le retablissement des forêts par M. de Buffon.

4) Heute übersteigt der Wert der Holzeinfuhr Frankreichs jenen der Ausfuhr um jährl. 185 M. Frcs.

und mehrere andere Provinzen nur allzuviel unnützes Land? Der größte Teil dieser Ländereien war ehemals von Natur aus Wald, wie ich selbst an vielen Stellen dieser wüsten Bezirke bemerkt habe, denn man findet noch die alten verfaulten Stöcke vielfach daselbst. Vermutlich hat man diese Wälder allmählig so heruntergebracht, wie dies noch in den Gemeindeländereien der Bretagne zu sehen ist und erst im Verlaufe der Zeit hat man sie so vollständig vernichtet."

Büffon hat in seinen eigenen Waldungen sehr erhebliche und für jene Zeit beachtenswerte Versuche mit verschiedenen Methoden der Saat und Pflanzung von Eichen auf schwerem Lehmboden und auf Sandboden gemacht. Diese Kulturversuche wurden streng systematisch auf genau eingetheilten Flächen gemacht und stützen sich auf Untersuchungen der Tiefgründigkeit und Feuchtigkeit des Bodens. Gleichzeitig enthält diese Arbeit Vorschläge über Nachzucht der Eichenstarkhölzer in Horsten, statt im Einzelstande als Oberständer (baliveaux) ferner eine Theorie über die Wahl der Umtriebszeit des größten Massenertrages.

Niemand aber hat mit vernichtenderer Kritik und beißenderer Satyre die schädlichen Einwirkungen dieser mit Unfähigkeit gepaarten polizeilichen Reglementierung der Waldwirtschaft durch das Merkantilsystem beleuchtet als der Marquis de Mirabeau (der Aeltere), der vom physiokratischen Standpunkte aus und in Konsequenz der Ideen Quesnays die unbeschränkte Freiheit der Privatwaldwirtschaft verlangte, dem aber sein Freimut eine lettre de cachet für die Bastille eintrug. Von da an verkettete sich die Wahl zwischen Waldschutz oder Freigebung der Bodenwirtschaft immer mehr mit den übrigen politischen Fragen dieser Periode, wie man auch aus Stevarts „Recherches des principes de l'économie politique[5]) von 1789 ersieht und ein politischer Akt — das Dekret der Nationalversammlung vom 27. Dezember 1790 — entschied die Abschaffung des régime forèstier über sämtliche Gutswaldungen. —

§ 4. Wenn auch die territoriale Vielgestaltigkeit Deutschlands die forstlichen Zustände mannigfaltig modifizierte, so bewirkte doch die damals herrschende Doktrin in der Staatswirtschaft und die an vielen Höfen betriebene Nacheiferung des französischen Vorbildes, daß viele der im Vorstehenden bezeichneten Uebelstände auch hier zu tage traten. Hierunter sind besonders die in vielen Forstordnungen[6]) ausgesprochenen Verbote des Holzhandels nach dem Auslande und der Flößerei zu zählen, nicht minder drückten die überall eingeführten polizeilichen Taxen den Preis der Forstprodukte, vor Allem aber tragen die den Bergwerks-Verwaltungen in Tyrol und Steyermark eingeräumten Befugnisse zur Expropriation der in ihrem Bezugsgebiete liegenden Privatwälder den Stempel der merkantilistischen Politik. Auf denselben Ursprung weist die in Anhalt-Dessau vorkommende Bestimmung hin, daß alle Eichenstämme in den Privatwäldern landesherrliches Eigenthum seien[7]), während im Siegener Land der Fürst von Nassau-Oranien eine vollständige Absperrung seines Gebietes mittelst der sog. Landhecke und Verhinderung der Ausfuhr aller Rohstoffe durchführte. Aehnliche Wirkungen des Absolutismus waren die Verschärfungen der Rodungsverbote für alle „Gutswaldungen, Hölzer und Büsche" wie sie in zahlreichen Holzordnungen ausgesprochen sind, die aber doch das Gute hatten, manche Abschwendung und Verwüstung von jungen Hölzern zu verhindern.

Daß der Colbertismus aber auch in Deutschland keinen besonders günstigen Einfluß auf die Waldwirtschaft übte, zeigen uns die Schilderungen des ersten forstl. Schriftstellers daselbst Hans Carl von Carlowitz[8]), welcher an mehreren Stellen seines Werkes von den viel tausend Acker großen Blößen und Stockräumden in den Wäldern

5) Paris chez Didot 1789.

6) Württemb. F.O. Die Unterthanen und Schirmverwandten dürfen nur so viel zur Verflößung hauen, als ihnen von den Amtleuten und Förstern angewiesen wird; sie dürfen nur an inländische Flößer verkaufen. Tannene Flöße dürfen nicht ins Ausland gehen, ehe sie im Inlande ausgeboten sind, Kohlen überhaupt gar nicht.

Die Hohenlohe'sche F.O. verbietet, erkauftes Holz oder solches aus eigenen Waldungen ins Ausland zu führen bei Strafe von 10 fl. per Wagen. Aehnlich die Weimarische und markgräfl. Brandenburg'sche F.O.

7) W. Riehl „Land und Leute" 1861. Stuttgart, Cotta. S. 59.

8) Hans Carl von Carlowitz »Sylvicultura oeconomica« oder Anweisung zur wilden Baumzucht. Leipzig 1713. J. F. Braun.

als Folgen des enormen Verbrauches der Bergwerke und Hütten spricht. Insbesondere in Cap. IV. § 20 sagt er:

„Diejenigen so nur wenig Notiz von dem Zustand und Beschaffenheit der Gehölze haben, müssen bekennen, daß binnen wenig Jahren in Europa mehr Holz abgetrieben worden ist, als in etlichen Säculis erwachsen, daher der Schluß leicht zu machen, was es für ein Ende gewinnen möchte." ... Die Bäume sind ausgerottet, die Wälder, die doch sonsten ein Land recht glücklich machen, hinweg; das Gebirge und Hügel von Holz entblößt."

Auch die übertriebene Rodungslust der bäuerlichen Bevölkerung scheint im Beginne des XVIII. Jahrhunderts in Deutschland in ähnlicher Weise wie oben von Frankreich gesagt wurde, geherrscht zu haben, denn Carlowitz schreibt im Cap. V. § 43:

„Es ist fast ein Universal-Affekt und gemeine Seuche, daß jedermann lieber Feld und Wiesen als Holz besitzen will und also dahin incliniret, wie dieses zu vertilgen und theils gänzlich auszurotten, gleich als wenn es ein Unkraut und zur Führung einer Hauswirthschaft gar nicht nöthig wäre."

Es ist bezeichnend, daß die im Anschluß an diese Klagen über Waldverwüstung gemachten positiven Verbesserungsvorschläge in der Holzzucht nicht von einem der zahlreichen Oberjägermeister, sondern von dem für die Zukunft der Montanindustrie besorgten Oberberghauptmanne v. Carlowitz ausgiengen, — analog wie in Frankreich Réaumur und Büffon die Grandmaitres des forêts belehren mußten, wie man säen und pflanzen müsse, da die Eichenstöcke nicht, wie jene wähnten, unsterblich seien. Die durch diese Vorgänge eklatant bewiesene Notwendigkeit, daß vor allem ein gewissenhaftes Studium der Natur des Waldes und ihrer Gesetze, daß eine Ausbildung der technischen Methoden des Forstbetriebes not thue, führte unter dem Drucke der drohenden Holznot zu einer erfreulichen Entwicklung der forstwissenschaftlichen Disziplinen während des XVIII. Jahrhunderts. Die Regierungen erkannten, daß mit Forstordnungen und prohibitiven Strafgesetz-Paragraphen allein sich noch keine Verbesserung der Waldwirtschaft erzielen lasse. Hand in Hand mit der Ausbildung der theoretischen Grundlagen giengen daher in der zweiten Hälfte des vorigen Jahrhunderts die Bestrebungen, die Kenntnisse und technische Qualifikation der Beamten zu heben und an die Stelle der Hofjägerei „Forstwirte" zu setzen.

§ 5. Die gewaltige Katastrophe, welche im Jahre 1789 zunächst den französischen Staat und in weiterer Folge die meisten europäischen Staaten bis auf die Grundfesten erschütterte, blieb auch nicht ohne tiefeingreifende Wirkungen auf die Wälder. Da schon jede Erschütterung der staatlichen Autorität und des Rechtszustandes gewöhnlich zu Eingriffen in das schutzlos gewordene Waldeigentum führt, so wurde durch die weitverbreitete Erbitterung über die drückenden Bestimmungen der ordonnance von 1669 der Kampf gegen den Wald in Frankreich mit einem wahren Fanatismus geführt. Wie im Kleinen die Bauern und Proletarier aus den Staats- und Gutswaldungen um die Wette raubten, was für sie erreichbar war, so hausten im großen Maßstabe die Spekulanten und Käufer der konfiszierten und veräußerten Güter in den ehemals der Kirche und dem Adel gehörigen Forsten. Man schätzt die allein in den vier Jahren 1789—93 niedergehauenen Wälder auf 33 314 Quadrat-Kilometer d. h. 3⅓ Millionen ha. Dazu kam, daß in Folge der Aufhebung des régime forêtier durch das Dekret vom 27. Dezember 1790 auch die Besitzer der kleinen Privatwälder die neue Freiheit meistens im Sinne einer maßlosen Devastation ihrer Holzungen anwandten, wozu freilich auch die Not und die hohen Kriegssteuern ihren Teil beitrugen. Schon innerhalb kurzer Zeit bildete sich allgemein die Ueberzeugung, daß diese Verwüstungen mit dem Ruin des Landes endigen müßten, und bereits unter dem Konsulat wurden unterm 29 Germinal an XI ein Verbot weiterer Rodungen erlassen und eine regelmäßige Forstverwaltung für die National- und Kommunal-Waldungen wieder eingeführt. Einen ungefähren Begriff von dem Rückgang der Wälder Frankreichs innerhalb dieser sturmbewegten Zeit geben folgende Zahlen[9]):

1750 giebt der Marquis de Mirabeau die Flächengröße aller Wälder auf 30 Millionen arpents oder ca. 15 Millionen ha, was beiläufig 27,8 Prozent der Landesfläche entsprechen würde;

1788 beziffert Arth. Young die Waldfläche auf 8 Millionen ha = 14,8%

1791 ergeben die Erhebungen der konstituierenden Nationalversammlung durch das comité des domaines 13,1 Millionen arpents = 6,55 Millionen ha. Hingegen beträgt jetzt (1881) die französische Waldfläche 8 397 131 ha[10]), was durch bedeutende Aufforstungen wieder erreicht worden ist.

§ 6. Einen nicht unwesentlichen Einfluß auf die staatswirtschaftlichen Maximen bezüglich der Forstwirtschaft übte Adam Smith[11]) und seine Anhänger aus. Wenn auch sein System hinsichtlich der Bedeutung von Arbeit und Kapital gänzlich von dem der Physiokratie abweicht, so blieb doch Vieles von den physiokratischen Forderungen in bezug auf die Bodenwirtschaften bestehen. Hieher gehört namentlich die Forderung der unbedingten Freiheit in der Benutzung und jene der Beseitigung aller rechtlichen Schranken, welche diese hemmen, dann die Aufteilung des gemeinschaftlichen Eigentumes (Almenden und Gemeindewälder) endlich des Verkaufs der Staatsforsten an Private. Diese in der Abhandlung über Forstpolitik des Handbuches eingehender behandelten Forderungen griffen deshalb tiefer in die eigentliche Praxis und in den Waldstand ein, weil die A. Smith'schen Theorien ungleich zahlreichere und einflußreichere Verfechter in den Regierungen und Volksvertretungen fanden, als seinerzeit die physiokratischen. Namentlich hat die These, daß der Staat zum Betrieb irgend welcher Produktionswirtschaft ganz ungeeignet sei, daß vielmehr der Individualismus und der im Erwerbstrieb der Privaten liegende Sporn allein den höchsten Nutzeffekt der Bodenwirtschaft gewährleiste, zu umfangreichen Verkäufen von Staatswaldungen geführt. Freilich fand diese Theorie in dieser Hinsicht eine sehr aktive Förderung in dem Geldbedürfniß aller öffentlichen Kassen und der Erschöpfung des Staatskredites, während der napoleonischen Kriegsjahre. So segensreich daher im Allgemeinen viele der Konsequenzen des Freihandels-Systems waren, ebenso wenig förderte es die Waldwirtschaft, weil es hierüber fundamentale Irrtümer verbreitete. In Deutschland waren hauptsächlich der Kanzler Hardenberg für Preußen, Minister Montgelas für Bayern die Träger dieser Reformideen, während theoretisch Gg. Sartorius[12]) in Göttingen, Jacob[13]) in Halle, Krug[14]) in Berlin, Murhard[15]) in Göttingen und Hazzi[16]) in München hiefür thätig waren. In der That gelang es, für den Verkauf der Staatswaldungen an Private, sowohl in Preußen als in Bayern Stimmung zu machen und daß dies nicht in größerem Umfange stattfand, lag nur in der Schwierigkeit die erforderlichen zahlungsfähigen Käufer zu finden, welche sich schon beim Verkaufe der säkularisierten Kirchengüter herausgestellt hatte. Da auch G. L. Hartig, der damals an die Spitze der preußischen Forstverwaltung getreten war, kräftig intervenierte, so wurde die Veräußerung der Staatsforsten in Preußen nur auf Teile der in den Regierungsbezirken Aachen und Koblenz gelegenen beschränkt, wovon 1818—1820 für nahezu 5 Millionen M. verkauft wurden. In Bayern kamen damals ca. 4350 ha für 855 000 M. zum Verkaufe.

Weit beträchtlicher hingegen waren die Staatswaldverkäufe in Frankreich, wo

9) Nach Moreau de Jonnes „Untersuchungen über die Veränderungen, die durch Ausrottung der Wälder in dem physischen Zustande der Länder entstehen. Uebersetzt von W. Wiedenmann. Tübingen 1828. Osiander.

10) Nach dem Annuaire des Eaux et Forêts von 1885.

11) Adam Smith „Untersuchungen über den Nationalreichtum" II. Bd.

12) Sartorius „Abhandlung über die Elemente des Nationalreichthums". Göttingen 1808.

13) Jacob „Staatsfinanzwirtschaft". Halle 1821.

14) Krug „Betrachtungen über den Nationalreichtum des preußischen Staates". Berl. 1805.

15) Murhard „Ideen über wichtige Gegenstände der Nationalökonomie und Staatswirtschaft". Göttingen 1808.

16) Hazzi „Die echten Ansichten der Waldungen und Forsten". München 1808.

M. Mustel[17]) schon 1784 dieselben befürwortet hatte. Trotzdem daselbst schon während der Revolution so große Flächen konfiszierter Güter und Domainen zum Verkauf gelangt waren, wurden in Folge des Gesetzes vom 23. Septbr. 1814 wieder 41 958 ha

„ „ „ „ „	25. März	1817	„	121 957 „
„ „ „ „ „	25. März	1831	„	116 780 „
und seitdem bis 1870	. . . .		„	71 951 „
Also von 1814—1870	. . . . .	in Summa		352 646 ha = 34,82 %

der jetzigen Staatswaldfläche und 4,19 % der Gesammtwaldfläche für den Betrag von ca. 306½ Millionen Frcs. veräußert[18]).

Oesterreichs[19]) Staatsforstbesitz erfuhr in dem Zeitraume von 1800—1870 durch Verkäufe eine Verminderung um 833 731 ha = 131,62 % der jetzigen Staatswaldfläche und 9,73 % der Gesammtwaldfläche mit einem Verkaufswerthe von 54¾ Millionen Gulden. Geographisch vertheilten sich diese Verkäufe am stärksten auf Galizien, dann Böhmen, Steiermark, die Bukowina und Oberösterreich.

Hiezu kamen aber innerhalb desselben Zeitabschnittes 300 371 ha Religions- und Stiftungsfondsgüter, welche um 83¼ Millionen Gulden verkauft wurden. Das rasche Dahinschwinden der in Staatshänden befindlichen und unter seiner unmittelbaren Aufsicht stehenden österr. Domainial- und Fondsgüter, worunter weitaus die meisten Flächen Wälder waren, ergibt sich schlagend aus folgender Zahlenreihe:

Im Jahre	1800	1835	1850	1860	1865	1870	1875	1880	1884
betrugen dieselben	13,1 %	11,2 %	7,1 %	6,8 %	6,5 %	5,4 %	4,5 %	4,5 %	4,5 %

der gesammten Landesfläche Oesterreichs.

§ 7. Nicht minder wie in den Staatswaldungen, traten auch in vielen Gemeinde- und Körperschaftswäldern die Einwirkungen der Manchester-Doktrin hervor. Die irrige Anschauung, als ob auch die Waldwirtschaft im geteilten Privatbesitze mehr und besser produziere als im gemeinschaftlichen Besitze, welche eigentlich ein einziger vergleichender Blick auf den Zustand der Privat- und Gemeindewälder hätte beseitigen können, trieb in manchen Staaten dazu, ausgedehnte Korporationswälder gleich den Almenden aufzuteilen. Die hiedurch entstandenen kleinen und schmalen Streifen, in welche diese Waldungen zerfielen und die regellose Gemenglage aller Altersstufen führten meistens zum Ruin derselben und hatten als Endresultat ertraglose Oedflächen. Ziffermäßige Daten lassen sich jedoch hiefür nicht geben, weil dieser Prozeß sich meistens in den ersten beiden Dezennien des Jahrhunderts abwickelte, zum Teil aber noch heute fortdauert.

Dagegen ist es interessant, einen Blick auf die im normalen Laufe der ruhigen Entwicklung und unter Aufsicht des Staates sich vollziehenden Bewegungen im Waldstande zu werfen. Selbstverständlich können statistische Aufnahmen hierüber nur gemacht werden, wo eine gesetzliche Anzeigepflicht oder eine amtliche Genehmigung der Rodungen zu Recht besteht:

In Frankreich wurden gerodet[20])

		von Gemeinde- u. Körperschaftswaldungen	von Privatwaldungen
Innerhalb d. Jahrzehent	1830—1839	118 166 ha	73 360 ha
„ „	1840—1849	?	88 796 „
„ „	1850—1859	40 958 „	153 048 „
„ „	1860—1869	4 188 „	110 895 „
„ „	1870—1879	995 „	31 835 „
„ d. Jahrfünftes	1880—1884	515 „	7 549 „
	Sa.		464 983 „
d. h. 5½ Prozent der Gesammt-Waldfläche des Landes			
Jahresmittel			8 454 „

17) Mustel »Traité theorétique et pratique de la végétation. Paris 1784.

18) Nach dem Annuaire des Eaux et Forêts berechnet.

19) S. K. Schindler „Die Forste der in Verwaltung des k. k. Ackerbau-Ministeriums stehenden Staats- und Fondsgüter“. Wien 1885. Hof- und Staatsdruckerei.

20) Nach der Annuaire des Eaux et Forêts 1885. S. 62 berechnet.

in den Regierungs-bezirken	In Bayern wurden 1) Gerodet						2) Neue Waldanlagen gemacht					
	von Privaten			von Gemeinden und Genossenschaften			von Privaten			von Gemeinden und Genossenschaften		
	In den Jahren			in den Jahren			in den Jahren			in den Jahren		
	1853/59	1861/67	1868/73	1853/59	1861/67	1868/73	1853/59	1861/67	1868/73	1853/59	1861/67	1868/73
	Hektar						Hektar					
Schwaben	2491	1290	872	233	87	295	193	182	193	154	271	190
Oberbayern	1715	2465	1980	181	163	354	187	99	125	40	170	125
Niederbayern	2075	2930	2940	13	8	85	—	16	—	—	2	3
Oberpfalz	432	443	284	43	51	63	887	1683	307	103	133	45
Oberfranken	510	386	469	12	20	30	935	645	404	369	86	59
Mittelfranken	325	245	185	49	175	269	1207	1190	971	304	236	129
Unterfranken	555	536	227	705	1710	435	247	340	307	359	1015	184
Pfalz	268	405	950	153	340	1184	512	232	779	575	129	1428
Summa	8371	8700	7857	1389	2554	2715	4168	4387	3086	1904	2042	2163
	33 586 ha = 1,34% der Waldfläche.						17 750 ha					

In Frankreich namentlich fielen weitaus die meisten Rodungen von Privatwäldern in die beiden Dezennien 1850—70 und die jahrgangweise Flächenaufzählung zeigt noch viel deutlicher einen Kulminationspunkt in den beiden Jahren 1855 mit 22 740 ha und 1856 mit 20 740 ha gegenüber einem Jahresmittel von nur 8 454 ha. Gerade diese Jahrgänge waren aber in ganz Mitteleuropa bemerkenswerth durch hohen Preisstand des Waizens, Roggens und der Kartoffeln, so daß begreiflicherweise die Tendenz zum Uebergang der momentan lohnenderen landwirtschaftlichen Benutzung der Flächen viel verbreiteter war, als im darauffolgenden Dezennium.

§ 8. Wirft man einen Blick auf die übrigen Länder Europas, so läßt sich zwar geschichtlich und statistisch die allmähliche Verdrängung des Waldes nicht überall gleich deutlich nachweisen, aber das Endresultat dieses Prozesses kann aus den Angaben über die Flächen- und Anbaustatistik mit einem ziemlichen Grade von Sicherheit angegeben werden. Hiebei ist es durchaus erklärlich, daß in jenen Ländern, deren Kulturentwicklung um ein Jahrtausend oder mehr über jene Deutschlands zurückreicht, die dem Fortbestande der Wälder schädlichen Einflüsse sich mehr summiert haben. So hat namentlich in den Mittelmeerländern derselbe Kampf gegen den Wald im Namen der Kultur, der sich bei uns vom achten bis vierzehnten Jahrhundert abspielte, schon im Zeitalter Homers stattgefunden.

Gerade aus diesem Zeitalter erhalten wir aber sehr interessante Aufschlüsse über die Wirkung der mythologischen und religiösen Vorstellungen des griechischen Altertums auf die Erhaltung der Wälder, worüber jüngst der griechische Generalforstinspector Dr. N. Chloros in Baurs Monatsheften Jahrgang 1885. Heft 1 Nachricht gegeben hat. Homer bezeichnet die Gebirgswaldungen als „Wohnsitze der Götter (τεμένη ἀθανάτων), in welchen niemals die Sterblichen die Bäume mit dem Eisen (Axt) fällen, sondern wo die schönen Stämme vor Alter zu Boden fallen, wenn die Zeit ihres Todes gekommen ist."

In der Ebene und namentlich in der Nähe der Städte waren Haine (ἄλση) den Göttern geweiht, von welchen sowohl Pausanias als Strabo und andere Schriftsteller eine beträchtliche Anzahl aufführen. Nicht minder hat aber auch die Lehre von den Baum- und Waldnymphen (Δρύαδες, Δενδρίτιδες, Αὐλωνιάδες, Ναπαῖαι), welche aus den Bäumen, oder gleichzeitig mit diesen entstehen und vergehen sollten, die deutlich ausgesprochene Tendenz, Schonung für die Baumvegetation gegen frevelhafte Zerstörung durch Menschenhand zu erzielen. Dabei ist besonders interessant, den geheimnißvollen Zusammenhang zwischen den Wald- und Quellnymphen zu betrachten, wie ihn Homer im Hymnus an Ceres durch die Worte andeutet: „Die Nymphen freuen sich, wenn der Regen die Eichen wachsen läßt, sie weinen aber, wenn die Eichen keine Blätter mehr haben" — entstehen ja doch nach Homers Ansicht (Odyss. X. 350) die Nymphen aus den Quellen und heiligen Hainen. So deutet also der Mythus den Zusammenhang von Wald und Quellen durch Personifikation der letzteren als Nymphen an. In ähnlichem Sinne ist auch die Sage von Erichthonios zu deuten, der (nach Ovid Metam. VIII. 738—878) im Haine der Ceres eine heilige Eiche fällt, worauf alle Dryaden die Ceres um Bestrafung des Frevlers bitten. Letztere sendet daraufhin eine Bergnymphe nach dem eisigen Kaukasus, um von dort die Hungersnoth zu holen, welche sofort im Leibe des Erichthonios Platz nimmt, bis er

an unersättlichem Hunger zu Grunde geht. Stellt dieser Mythus nicht unverkennbar den Zusammenhang der Entwaldungen mit dem Verschwinden der Landwirtschaft und der darauffolgenden Hungersnot in den Gebirgen Griechenlands dar? Die Vermutung, daß diese altgriechischen Mythen in der That eine Schonung der Wälder gegen Devastation mittelst religiöser Vorstellungen bezwecken wollten, gewinnt um so mehr an Wahrscheinlichkeit, als auch die jetzigen Bewohner Akarnaniens noch im XIX. Jahrhundert eine religiöse Weihe der Schutzwaldungen (*κουρία*) dadurch vornahmen, daß von dem Geistlichen vor versammelter Gemeinde ein Stück geweihtes Brod (*ὕψωμα* = Hostie) in ein Bohrloch des größten Stammes verschlossen wurde, wodurch der Wald als „gebannt" anerkannt war. Vielleicht schließt sich aber auch dieser Gebrauch der christlichen Kirche an die theokratischen Einrichtungen der mosaischen Gesetzgebung an, denn im Deuteronomion XX. 5. 19 heißt es, daß Gott verboten habe, fruchttragende Bäume abzuhauen, mit denselben gleichsam Krieg zu führen, da doch das Holz auf dem Felde nicht ein Mensch ist, der sich wehren kann.

Schon im IV. Jahrhundert vor Chr. war in Attika der Wald auf die Gebirge zurückgedrängt und Aristoteles hebt in seiner Politik bereits hervor, daß ein gesicherter Bezug von Holz aus der Nähe zu den Existenzbedingungen einer Stadt gehöre, weshalb diese Wälder zu erhalten seien. Analog finden wir in Rom den Schutz des Waldes gegen unberechtigte Eingriffe Dritter bereits in den Zwölftafel-Gesetzen ausgesprochen [21]), während Cicero [22]) es als eine besonders schimpfliche und das öffentliche Interesse gefährdende Handlung hinstellt, wenn sich Jemand an großen „Waldabschlachtungen" betheiligt.

„Von der Obrigkeit" sagt er, „muß Alles geschehen, um die Vermehrung des Holzes zu begünstigen und dagegen Alles aus dem Wege geräumt werden, was daran hindert."

Daß im römischen Reiche die Gutsbesitzer teilweise schon regelmäßige Holzzucht trieben, ersieht man aus den landwirtschaftlichen Schriftstellern Cato und Columella, von denen ersterer eine genaue Anleitung für Anlage von Eichelsaatkämpen gibt. In Italien bestanden aber auch schon in sehr früher Zeit des Mittelalters Prohibitiv-Gesetze, welche einen Schutz der Gebirgswaldungen bezweckten [23]); so ist namentlich ein Gesetz der Republik Florenz bemerkenswerth, das die Waldausrodung in den Hochlagen der Apenninen und zwar 1 Meile vom Gipfel abwärts verbietet. Als Folge dieser Bannlegung war der Scheitel des Apennin noch bis zur Mitte des vorigen Jahrhunderts mit Wald bedeckt, während nach Aufhebung dieses alten Gesetzes durch Großherzog Leopold I. von Toskana die Entwaldung der florentinischen Apenninen reißende Fortschritte machte.

Auch die Republik Venedig wirthschaftete lange Zeit conservativ in ihren Forsten [24]) bis seit dem Anfang des XVII. Jahrhunderts die Waldbenützung daselbst einen zerstörenden Charakter annahm, wo auch die Genueser hauptsächlich für Schiffbauzwecke den Apennin rücksichtslos ausbeuteten und die Gipfel ihrer benachbarten Berge in Steinwüsten verwandelten.

Außer den großen historischen Ereignissen haben in Italien, noch mehr aber in Griechenland und Kleinasien kleine, wenig beachtete Ursachen an der auffallenden Wälderzerstörung mitgearbeitet. Hiezu gehört namentlich die allgemein verbreitete, dem Holzwuchs so überaus schädliche Ziegenweide und die wahrhaft fanatische Zerstörungswut der Hirten, welche durch das Abbrennen der Bäume und Sträucher eine rasch vorübergehende Grasvegetation erzielen wollen.

Eine ganz ähnliche Ursache der Entwaldung liegt in Spanien in den umherziehenden Merinoheerden, welche teils durch unmittelbare Zerstörung jeden Holzwuchses, teils durch Verhinderung der Verjüngung die Gebirge an vielen Orten so entblößt haben, daß nur Heide, Lavendel und Rosmarin darauf fortkommen.

Von England erzählen zwar die Historiker, daß zur Zeit der normannischen Er-

21) Plinius »Historia natural« lib. 17. c. 1. »ut qui injuria cecidisset arbores alienas, lueret in singulas siclos aeris«.
22) Oratio 2. Philipp.
23) Näheres hierüber von de Gori im ersten Artikel der „forstl. Rundschau Italiens" von Maffei.
24) S. A. di Berenger »Dell' assoluta influenza delle foreste sulla temperatura«.

oberung 69 Forste gezählt worden seien und Wilhelm der Eroberer habe sogar 30 Dörfer zerstören lassen, blos um seine Wildbahn zu vergrößern, aber die Vernichtung der Wälder fand fast nirgends so rasch und ausgedehnt statt als in Großbritannien. Schon unter Jakob I. (1603—25) wurde die Umwandlung von Wald in Feld durch ein Prämiensystem begünstigt, noch mehr aber bewirkte die Agrarpolitik Cromwells und die Aufhebung des forest courts sowie der Charta de foresta das Verschwinden der Wälder, an deren Stelle aber nicht immer der Ackerbau, sondern sehr oft die ertraglose Heide trat. In Schottland wurden schon im XIV. Jahrhundert in den Kämpfen mit Rob. Wallace und Rob. Brouce die Waldungen in großem Maßstabe verwüstet — soll doch Jean von Lancaster 24 000 Mann zum Niederhauen der Wälder verwendet haben! — wie auch Monk 1654 den Wald von Aberfoyle vernichten ließ. Aber gleichwohl datieren die umfangreichsten Devastierungen der schottischen Berge aus den beiden letzten Jahrhunderten, während Irland seinen Wälderschmuck, der ihm den lieblichen Namen green Erin verschafft hatte, seit dem Anfang des XVII. Jahrhunderts allmählig einbüßte. Diese kurzen Andeutungen mögen genügen, um die Zahlen, welche uns die gegenwärtige Verteilung der Bewaldung in verschiedenen europäischen Ländern bietet, anschaulich zu machen, denn jede dieser Ziffern erzählt uns von jahrhundertelangen Kämpfen um die Existenz des Waldes, in welchen bald die erhaltenden, bald die zerstörenden Kräfte die Oberhand gewannen. Denn was Riehl[25]) von Deutschland schreibt, gilt oder galt früher auch für die übrigen europäischen Länder:

„Bei jeder entscheidenden Volksbewegung wird sogleich dem Walde der Prozeß gemacht. Ein großer Teil der Bauern lebt in steter geheimer Fehde mit den Herren des Waldes und ihren Gerechtsamen; zündet ein Revolutionsfunke, dann entbrennt bei diesen Leuten vor allem „der Krieg um den Wald“... Siegt dann die Staatsgewalt wieder über die empörten Massen, so hat sie allemale nichts eiligeres zu thun, als den Prozeß, welchen man dem Wald gemacht, wieder aufzuheben, die Schutzbriefe des Waldes, welche man zerrissen, wieder in Kraft zu setzen.“

§ 9. Bei der Betrachtung der gegenwärtigen Bewaldungsverhältnisse der europäischen Staaten ist zu bedenken, daß schon wegen der natürlichen Waldgrenzen, wie sie durch die klimatischen Anforderungen der verschiedenen Baumarten in horizontaler und vertikaler Richtung gezogen sind, manche Gebiete unfähig sind, überhaupt Wälder zu tragen. Die menschliche Thätigkeit, wie wir sie im Vorstehenden kennen gelernt haben, hat daher nur modifizierend in die von der Natur selbst gezogenen Grenzen eingegriffen, so daß wir die jetzige Verteilung der Wälder als das Resultat beider Einflüsse: der naturgesetzlichen Existenzbedingungen und der Einwirkung des Menschen aufzufassen haben.

Die natürlichen Ursachen, welche die geographische Verbreitung der Baumarten bedingen, sind aber teils klimatischer Art, teils hängen sie mit der Bodenbeschaffenheit zusammen. Nur ein solches Klima kann überhaupt noch ein Baumleben aufkommen lassen, bei welchem die Länge der Vegetationszeit und die Wärmeintensität des Sommers zur Ausbildung eines Holzkörpers aus den Assimilationsprodukten hinreichend sind. Für unsere genügsamsten Holzarten ist das Minimum ihrer Ansprüche eine dreimonatliche Dauer der Vegetationsperiode und eine Mitteltemperatur des Sommers von 12—14° C., während andererseits die Minima der winterlichen Temperatur für viele Holzarten eine Grenze der Verbreitung ziehen. Die Polargrenze vieler Holzarten schließt daher weite Gebiete von Skandinavien und Rußland aus, indem z. B.

die Kiefer	in Skandinavien	bis	zum	68—70.°	n. B.,	in	Rußland	bis			64°
die Fichte	„	„	„	„	67—71.°	„	„	„	„	„	54°
die Buche	„	„	„	„	60.°	„	„	„	„	„	50—52°
die Eiche (q. pedunc.)	„	„	„	„	63.°	„	„	„	„	„	63°
die Weißtanne in Deutschland			„	„	49—52.°	„	„	„	„	„	50°

ihre Verbreitungsgrenze erreichen[26]).

25) W. Riehl „Land und Leute“. I. Feld und Wald.
26) Näheres hierüber in A. Grisebach Die „Vegetation der Erde“. Leipz. 1884. W. Engelmann.

In analoger Weise äußert in den Gebirgen die vertikale Erhebung über dem Niveau des Meeres wegen der damit verbundenen Temperaturabnahme einen wichtigen Einfluß auf die Vertheilung der Baumarten nach „Regionen" und veranlaßt deutlich ausgeprägte Baumgrenzen für die einzelnen Holzarten. So geht z. B. die Buche

in der Ostschweiz	nicht über	1494 m,
in den bayerischen Alpen	„ „	1460 „
im schweizerischen Jura	„ „	1200 „
im bayrisch-böhmischen Grenzgebirge	„ „	1260 „
im Schwarzwald	„ „	1235 „
in den Karpathen	„ „	1283 „

während die Fichtengrenze in den bayr. Kalkalpen bei 1860 m, im Böhmerwalde bei 1460 m, jene der Lärche in den bayr. Alpen bei 1890 m, jene der Zirbelkiefer bei 1925 m liegt und der Baumwuchs daselbst mit der Legföhre bei 2140 m überhaupt ganz aufhört. Alles gebirgige Terrain, das über diese Regionen hinausragt, ist daher von Natur aus von der Bewaldung ausgeschlossen, so daß nothwendigerweise die Länder der Zentralalpen beträchtliche Flächen ertraglosen Gebietes aufweisen und dadurch kleinere Prozentzahlen der Waldflächen zeigen müssen als die Länder der Ebene und der Mittelgebirge.

Staaten und Landestheile	Ges. Waldfläche	Bewaldungsziffer von der Landesfläche	Auf den Kopf der Einwohnerschaft trifft eine Waldfläche [29]) von
Deutsches Reich [28])	**13 900 612** ha	**25,78** %	**0,307** ha
näml. Kgr. Preußen	8 146 160 „	23,39 „	0,29 „
„ Bayern	2 504 732 „	33,02 „	0,47 „
„ Württemberg . . .	599 976 „	30,79 „	0,30 „
„ Sachsen	409 120 „	27,41 „	0,13 „
Großherzogth. Baden . .	552 766 „	37,04 „	0,35 „
Elsaß-Lothringen . . .	443 845 „	30,59 „	0,28 „
Großherzogth. Hessen . .	240 693 „	31,28 „	0,26 „
„ Mecklenb.-Schwerin	226 562 „	17,81 „	0,39 „
„ „ Strelitz	61 111 „	24,42 „	0,61 „
„ Sachsen-Weimar .	93 188 „	25,81 „	0,30 „
„ Oldenburg . . .	58 901 „	9,17 „	0,17 „
Braunschweig	109 895 „	30,18 „	0,31 „
Sachsen-Meiningen . . .	103 352 „	41,87 „	0,50 „
„ -Altenburg . . .	36 652 „	27,69 „	0,24 „
„ Coburg-Gotha . .	58 733 „	30,02 „	0,30 „
Anhalt	54 991 „	23,97 „	0,24 „
Waldeck	42 731 „	38,13 „	0,75 „
Schwarzb.g-Sondershausen	25 978 „	30,13 „	0,37 „
„ Rudolstadt .	41 347 „	43,97 „	0,51 „
Reuß { ä. L. . . . . . / j. L.	42 501 „	37,26 „	0,26 „
Schaumburg-Lippe . . .	7 691 „	22,64 „	0,22 „
Lippe	34 070 „	28,04 „	0,28 „
Lübeck	3 934 „	13,17 „	0,06 „
Hamburg	1 453 „	3,59 „	0,001 „
Bremen	229 „	0,91 „	0,003 „
Oesterreich. A. Deutsche Kronländer [29])	**9 777 414** „	**32,58** „	**0,45** „
näml. Oberösterreich	678 779 „	34,2 „	0,90 „
Niederösterreich	407 758 „	34,1 „	0,18 „
Salzburg	231 889 „	32,3 „	1,47 „
Tirol	1 037 271 „	38,8 „	1,33 „
Vorarlberg	67 675 „	26,0 „	0,66 „
Steiermark	1 075 141 „	47,8 „	0,90 „

27) Hierüber Näheres in Borggreve „Haide und Wald". Berlin 1875.

28) S. „Beiträge zur Forststatistik des Deutschen Reiches" bearbeitet vom Kaiserl. statist. Amt. Berlin 1884. Puttkammer u. Mühler.

Nach Süden hin bestimmt aber hauptsächlich die Menge und Regelmäßigkeit der atmosphärischen Niederschläge die Grenze des Verbreitungsgebietes einer Baumart. Die regenlosen Perioden während der Vegetationszeit dürfen nicht länger sein, als daß der Boden seinen für die Baumwurzeln erforderlichen Feuchtigkeitsgrad zu bewahren vermag, wird z. B. die Grenze überschritten, wo weniger als 6—8 Regentage durchschnittlich in einem der Sommermonate vorkommen, so bereitet die Sommerdürre der Ausbreitung der Waldvegetation eine natürliche Schranke und es treten dann die Steppen Südrußlands und die Pußten Ungarns als herrschend auf. Dagegen gestattet innerhalb der klimatischen Grenzen des Waldgebietes häufig auf beträchtlichen Strecken die ungünstige Beschaffenheit des Bodens den Calluna- und Erica-Arten günstigere Entwicklungsbedingungen als der Baumvegetation, weshalb wir in den sandigen Niederungen wie auf den moorigen Torfböden der Ebenen und Hochlagen ausgedehnte Haiden, Filze und Hochmoore verbreitet finden, deren Flächen häufig als ertraglose Ödungen ausgeschieden werden müssen [27]).

§ 10. Nach den neuesten und verlässigsten Angaben beträgt die **gesamte Waldfläche** ohne Ausscheidung nach Besitzverhältnissen in den europäischen Staaten folgende Hektarzahl, welche in Prozenten der ganzen Landesflächen ausgedrückt die sog. Bewaldungsziffer ergiebt:

Von der gesammten Waldfläche sind im Besitze				
des Staates und der Krone	der Stiftungen und sonstiger Fonds	der Gemeinden	der Genossenschaften	der Privaten
		folgende Prozente		
32,7	1,8	15,2	2,5	48,8
30,3	1,1	12,0	2,9	53,7
34,3	1,6	12,3	1,9	49,9
32,2	2,4	29,1	2,0	34,3
40,6	2,0	4,6	0,5	52,3
17,9	2,3	45,1	0,4	34,3
33,6	0,6	44,3	—	21,5
28,9	0,3	36,2	0,9	33,7
46,4	5,3	9,4	—	38,9
68,9	—	—	—	31,1
46,7	1,5	16,3	5,0	30,5
35,7	1,0	11,1	2,9	49,3
72,4	0,2	4,2	13,7	9,5
40,6	0,8	22,7	8,6	27,3
46,1	2,5	2,1	1,7	47,6
64,4	0,4	10,9	6,4	17,9
75,2	0,5	1,8	0,2	22,3
62,4	0,3	22,4	2,4	12,5
64,6	0,9	9,7	14,8	10,0
45,7	1,2	10,4	2,0	40,7
39,3	2,2	0,9	—	57,6
51,5	2,3	1,9	0,3	44,0
93,1	—	—	—	6,9
52,7	0,5	8,7	3,1	35,0
71,8	12,4	0,1	0,3	15,4
65,6	—	3,8	0,6	30,0
36,0	2,8	3,9	4,8	52,5
6,48	2,65			90,87
13,81	1,83	Die Gemeinde- und Genossenschaftswaldungen sind in dieser Statistik nicht besonders ausgeschieden.		84,36
4,10	0,22			95,67
52,74	—			47,26
10,79	0,05			89,16
1,53	0,02			98,45
5,31	0,25			94,44

29) Unter Zugrundelegung der Zählung vom 1. Dezbr. 1880.

30) Nach K. Schindler „Die Forste der in Verwaltung des Ackerbau-Ministeriums stehenden Staats- und Fondsgüter. Wien 1885. (Nach den definitiven Resultaten der neuen Grundsteuerregulirung.)

Staaten und Landestheile	Ges. Waldfläche	Bewaldungsziffer von der Landesfläche	Auf den Kopf der Einwohnerschaft trifft eine Waldfläche von
näml. Kärnten	456 871 ha	44,2%	1,84 ha
Krain	442 309 „	44,5 „	0,95 „
Görz und Gradiska . .	66 990 „	22,9 „	0,32 „
Triest	2 207 „	23,3 „	0,02 „
Istrien	164 516 „	33,1 „	0,65 „
Dalmatien	381 762 „	29,7 „	0,86 „
Böhmen	1 507 325 „	29,0 „	0,20 „
Mähren	609 788 „	27,4 „	0,29 „
Schlesien	174 110 „	33,8 „	0,31 „
Galizien	2 021 829 „	25,8 „	0,33 „
Bukowina	451 194 „	43,2 „	0,82 „
B. **Ungarn** [30]) (Transleithanien)	**9 183 591** „	**28,8** %	**0,58** „
näml. das eigentliche Ungarn .	7 650 980 „	27,25 „	0,55 „
Croatien	526 166 „	35,05 „ (Croatien, Slavonien, ehemalige Militärgrenze zusammen)	0,82 „
Slavonien	342 224 „		
ehemalige Militärgrenze .	664 221 „		
Sa. Oesterreich-Ungarn .	**18 961 005** „	**30,37**	**0,51** „
Schweiz [32])	**781 984** „	**19,29%**	**0,28** „
(dagegen von der produktiven Bodenfläche		27,21 „)	
Frankreich im Jahr 1883 [33])	**8 397 131** „	**15,89** „	**0,23** „
Von den einzelnen Departements [34]) haben 2 über 40%			
„ „ „ „ „ 8 zwischen 30—40%			
„ „ „ „ „ 17 zwischen 20—30%			
„ „ „ „ „ 42 zwischen 10—20%			
„ „ „ „ „ 18 zwischen 2—10%			
Italien [35])	5 760 720 ha	22,0%	0,20 ha
Spanien [34])	8 637 715 „	16,9 „	0,52 „
Portugal [34])	471 830 „	5,1 „	0,10 „
Griechenland [36]) u. [37]) . .	820 000 „	15,8 „	0,49 „
Türkei [38])	8 300 923 „	22,2 „	1,43 „
(hierin sind noch inbegriffen die Waldflächen von Bulgarien mit 895 000 ha = 14% der Landesfläche [39]), sowie jene von Bosnien und der Herzegowina)			
Rumänien [40])	1 976 000 ha	22,2%	0,37 „
Serbien [39])	2 090 592 „	48,0 „	1,35 „
Großbritannien [34]) . . .	1 261 872 „	4,1 „	0,03 „
Belgien [34])	202 997 „	6,9 „	0,04 „
Niederlande [41])	224 384 „	7,0 „	0,05 „
Dänemark [40])	185 744 „	3,4 „	0,10 „
Schweden [40])	17 358 172 „	34,1 „	3,82 „
Norwegen [42]) (südlich des Polarkreises)	7 762 100 „	31,5 „	4,31 „
Europ. Rußland [43]) (ohne Finnland)	193 195 515 „	38,3 „	2,67 „
Großfürstenth. Finnland [44])	20 732 880 „	56,0 „	10,52 „
Europas Waldfläche . .	**311 022 176** ha	**31,5%**	**1,01 ha**

31) Nach A. Bedö „Die wirthschaftliche und kommerzielle Beschreibung der Wälder des ungarischen Staates. Budapest 1885. herausgeg. vom k. ung. Ministerium für Ackerbau &c.

32) Nach den amtl. Angaben der Forstverwaltung bei der Züricher Landesausstellung 1883. S. Spezial-Katalog derselben. Die Bewaldungsziffer der einzelnen Kantone ist: Zürich 28,57%, Bern 21,19%, Luzern 20,17, Uri 9,79%, Schwyz 18,85%, Unterwalden ob. 23,88%, Nidw. 23,88%, Glarus 18,03%, Zug 13,79%, Freiburg 16,94%, Solothurn 36,34%, Basel-Land 34,38%, Schaffhausen 38,17%, Appenzell A. R. 18,37%, St. Gallen 17,37%, Graubünden 13,50%, Aargau 30,19%, Thurgau 21,38%, Tessin 19,78%, Waadt 26,52%, Wallis 12,07%, Neuenburg 24,10%, Genf 10,26%.

33) Nach dem Annuaire des Eaux et Forêts. 1885.

34) Nach der Statistique Forestière. Paris 1878. Imp. nationale.

35) Nach Leo „Forststatistik" dagegen gibt Prof. Marchet Italiens Forstfläche auf 5 025 983 ha = 16,02% an.

36) Prof. Marchet gibt Griechenlands Forstfläche auf 945 487 ha = 18,0% an.

Von der gesammten Waldfläche sind im Besitze

des Staates und der Krone	der Stiftungen und sonstiger Fonds	der Gemeinden	der Genossenschaften	der Privaten
		folgende Prozente		
3,15	0,43			96,42
2,45	0,34			97,20
14,73	—			85,27
—	—			100,00
1,96	—			98,04
0,75	0,04			98,33
0,39	0,09			99,52
—	—			100,00
—	—			100,00
10,30	0,51			89,19
0,33	50,80			48,87
16,14	6,74	23,13	21,88	32,11
13,28	7,45	23,43	20,86	32,98
20,44	8,21	21,60	27,00	27,75
11,16	4,63	84,21		
4,19 [45]) (Schweiz)		66,45		29,36
10,70 (Frankreich)	0,35	22,50		66,45

2 über 40% Staatswald, 12 über 50% Gemeindewald
14 zwischen 20—30% „ 16 zwischen 20—50% „
18 „ 10—20% „ 13 „ 10—20% „
41 „ 1—10% „ 35 „ 0—10% „
12 gar keinen „ 11 gar keinen „

des Staates und der Krone		der Gemeinden	der Privaten
3,8	(Italien)	43,0	53,8
82,2 [46])	(Spanien)		17,8
	(Ueber Portugal fehlen diese Angaben.)		
80,0 [47])	(Griechenland)		20,0
	Ueber die Türkei, Rumänien, Serbien, sowie über Großbritannien, Belgien, die Niederlande und Dänemark waren genauere Angaben bezügl. der Besitz-Kategorien nicht zu erhalten.		
19,9	(Schweden)		80,1
12,52	(Norwegen [48])	2,66	84,82
60,3	(europ. Rußland)		29,7
71,1	(Großherzogth. Finnland)		18,9

37) Nach Dr. N. Chloros „Waldverhältnisse Griechenlands". München 1884.

38) Nach der »Statistique forestière«. Paris, dagegen gibt Prof. Marchet die Forstfläche der Türkei auf 5 417 418 ha = 14,0% an.

39) Nach F. X. Kestercanek „Die forstl. Verhältnisse Bulgariens". Oesterr. Forstz. 1884. S. 140, sowie von Demselben „Die forstl. Verhältnisse Serbiens". Oesterr. Forst. 1883. S. 42.

40) Nach Franklin Hough »Report upon forestry«.

41) Nach dem Bericht des holländischen Ministeriums für Volkswirthschaft, Handel und Industrie von 1883.

42) Nach Dr. O. Broch »Le royaume de Norvègien. Christiania 1876.

43) Nach der »Statistique forestière de la Russie. St. Petersbourg 1874.

44) Nach Konsul Lamezan im XXIV. Jahrg. d. Ztsch. des k. preuß. statistischen Bureaus 1884.

45) Den absolut größten Staatswaldbesitz hat der Kanton Bern mit 11 715 ha = 8,11%, den relativ größten Schaffhausen mit 1876 ha = 16,70% der ganzen Waldfläche. Gar keinen Staatswald haben die Kantone Uri, Schwyz, Unterwalden, Glarus, Zug, Basel, Tessin, Graubünden, Wallis, Genf.

46) Nach den jüngsten Veröffentlichungen des span. Ministeriums beträgt die Staatswaldfläche 7 105 372 ha (Oesterr. F.Z. 1886. S. 68). Jedoch scheinen hierunter alle unter staatlicher Aufsicht stehenden Fondsforste mit begriffen zu sein.

47) Nach Dr. N. Chloros beträgt die griechische Staatswaldfläche 656 000 ha.

48) Nach dem amtl. Berichte der norwegischen Forstverwaltung pro 1875.

§ 11. Die vorstehenden statistischen Zahlen schildern das Territorium, welches der Forstwirtschaft der Gegenwart zur Verfügung steht; es folgt hieraus, daß die einzelnen Länder in sehr ungleichem Maße mit Wald versehen sind, indem begreiflicherweise Gebirgsländer größere Waldflächen enthalten als das Tiefland, schwach bevölkerte Gebiete mehr als dicht bevölkerte, neu besiedelte mehr als die seit Jahrtausenden der Kultur erschlossenen. Im allgemeinen finden wir den Wald mehr und mehr auf die zu keiner anderen Kultur tauglichen Böden zurückgedrängt und im Durchschnitte ganzer Länder gehören (wie in einem späteren § nachgewiesen wird) die Waldflächen meistens der III., IV. und V. Standortsklasse an. Es dürfte deshalb von Interesse sein, einen Blick auf die Wälderverteilung nach Höhenregionen zu werfen, wie sie statistisch in mehreren Staaten verzeichnet und in der folgenden Tabelle zusammengestellt ist.

Uebersicht über die Verteilung der Wälder nach Höhenregionen.

Regionen von einer Meereshöhe	In Oesterreich [49]			In Württembergs Staatsforsten		In Frankreich	
	Staatsforste	Fondsforste	Zusammen	Laubholz	Nadelholz	Staatsforste u. Stiftungswaldungen	Privatwälder
1—300 m	2,8%	3,4%	3,0%	6%	—	17,19	44,61
300—400 „				15 „	7%	34,41	19,32
400—500 „	14,0 „	19,2 „	15,5 „	22 „	32 „	13,14	11,74
500—600 „				21 „	25 „		
600—700 „				23 „	18 „	6,01	7,20
700—800 „	23,1 „	31,7 „	25,6 „	12 „	11 „		
800—900 „				1 „	6 „	7,00	11,78
900—1000 „					1 „		
1000—1200 „	41,7 „	41,3 „	41,6 „			6,21	3,31
1200—1400 „						7,80	1,64
1400—1600 „						3,90	0,31
1600—1800 „						2,00	0,07
1800—2000 „	18,4 „	4,4 „	14,3 „			1,62	0,01
2000—2200 „						0,61	—
über 2200 „						0,11	0,01
	100,0	100,0	100,0	100	100	100,00	100,00

Hiernach gehören dem Hochgebirge mit über 600 m absoluter Höhe in Oesterreich 81,5% der ganzen Staatswaldfläche (incl. Fondsforste), in Ungarn 57,3%, in Frankreich 35,26% der Staatsforste und 24,33% der Privatwälder, während dem Mittelgebirge in Österreich 15,5%, in Ungarn 28,0%, in Frankreich 47,55% der Staatsforste und 31,06% der Privatwälder zufallen.

Im deutschen Reiche ist die Verteilung des Waldes (nach Bernhardt) beiläufig folgende:

dem süddeutschen Gebirgslande und den Alpen gehören an 30%
dem mitteldeutschen Berg- und Hügellande „ „ 28%
dem nordostdeutschen Binnenflachlande „ „ 10%
dem norddeutschen Berg- und Binnenflachlande „ „ 15%
dem norddeutschen Tieflande „ „ 17%

Schon hieraus läßt sich ersehen, daß die Zurückdrängung der Waldflächen auf jene Standorte, wo keine intensivere Bodenbenutzung als die Waldwirtschaft möglich ist, im Großen und Ganzen sich bereits vollzogen hat und daß nur die starke Nachfrage nach Holz bei mangelndem anderweitigem Ersatze in ausgedehnten Tieflagen und landwirthschaftlichen

49) Oesterreich ist hier als Cisleithanien gemeint; hingegen ist in den zur Krone Ungarn gehörigen Ländern die Wälderverteilung folgende:
Dem Hochgebirge (über 660 m Seehöhe) gehören 57,3% der Waldflächen
„ Mittelgebirge (200—600 m „) „ 28,0% „ „
der Ebene und der Hügellande „ 14,7% „ „ an.

Distrikten die stellenweise Erhaltung der Bewaldung ermöglicht hat. Uebrigens ist das Problem der zweckmäßigsten und rationellsten Verteilung der verschiedenen Kulturarten und Formen der Bodenbenutzung noch keineswegs abgeschlossen, sondern es vollzieht sich, wie die Ziffern für Rodungen und Wiederaufforstungen zeigen, im freien wirtschaftlichen Verkehr ebenso wie unter der staatlichen Kontrole eine unausgesetzte Bewegung in den Verschiebungen der Grenzen der einzelnen Kulturarten. Die wirkenden Ursachen hievon liegen teils in der Bodenerschöpfung und unzureichenden Düngung bei sinkenden Getreidepreisen, hohen Löhnen und steigendem Holzpreise, welche zusammen die Wiederaufforstungen begünstigen, teils in der Bevölkerungszunahme, steigenden Preisen landwirtschaftlicher Produkte, Ausdehnung der Viehweide, welche zusammen zu Rodungen und zum Übergang zu arbeitsintensiveren Betrieben anreizen. Die fortwährenden Preisänderungen lassen daher dem rechnenden Landwirt bald das eine bald das andere rentabler erscheinen, wenn es sich um Flächen handelt, deren Benutzungsart zweifelhaft ist.

Die Bedeutung der Wälder für das öffentliche Wohl und die staatswirtschaftlichen Gesichtspunkte der Forstwirtschaft.

Rauch »Régéneration de la nature végétale«. Paris 1818. Moreau de Jonnes »Memoires sur le déboisement des forêts«. Bruxelles 1825. Zwierlein, C. A. „Vom großen Einfluß der Waldungen auf Kultur und Beglückung der Staaten". Würzburg 1807. Stahel. v. Schultes, G. F. Chr. „Der neue Sylvan". Vorlesungen über den Einfluß der Wälder auf die Nationalökonomie 2c. Ilmenau 1832. Voigt. Hundeshagen, J. Chr. „Ueber den Einfluß der Wälder auf das Klima und die Länder". Beiträge zur gesamten Forstwissenschaft III 1. S. 92. v. Pannewitz unter gleichem Titel in den Verhandlungen des schles. Forstvereins 1859. Lange „Welchen Einfluß hat das Ausroden der Waldungen auf das Klima und auf die Vegetation einer Gegend". Altenburg 1837. v. Baumer „Betrachtungen über die Abnahme der Waldungen, die Ursachen und Folgen derselben und die Mittel, denselben Einhalt zu thun". Nördlingen 1846. Krutzsch, H. „Über den Einfluß der Waldungen auf die Regenverhältnisse in der gemäßigten Zone". Tharander Jahrbuch 1855, S. 123. Roßmäßler, A. „Der Wald". 1861. Leipzig und Heidelberg. Winter. Becquerel, A. C. »Mémoire sur les forêts et leur influence climaterique«. Paris 1866. Becquerel, Edm. »Mémoire sur la temperature de l'air sous bois et hors des bois«. Comptes rend. 1869, Nr. 12. Beck, O. „Die Waldschutzfrage in Preußen". Berlin 1860. Nördlinger, H. Dr. „Der Einfluß des Waldes auf die Temperatur". Krit. Bl. 1862. Mayr, Gg. „Einfluß der Wälder auf Klima und Bodenbeschaffenheit". Krit. Bl. 1863. Bd. 46, S. 41. Floreno, H. »Sull' importanza del mantenimento dei boschi et sul vero regimento della loro amministrazione«. Catania 1862. Rentzsch, H. Dr. „Der Wald im Haushalte der Natur und der Volkswirtschaft". Leipzig 1862. Smoler, M. Dr. „Der Wald in seinen Beziehungen zur Meteorologie und Hygiene. Smol. Vereinsschrift 1863. Gomont, M. »De l'influence des forêts sur le climat, le sol et les eaux«. Paris 1866. Contzen, H. Dr. „Einfluß des Waldes auf Klima, Kultur 2c." Leipzig 1868. Derselbe „Forstliche Zeitfragen". Leipzig 1870. Ney, E. „Die natürliche Bestimmung des Waldes und die Streunutzung". Dürkheim 1869. v. Baur, F. Dr. „Der Wald und seine Bodendecke". 1869. Monographie. Rivoli „Der Einfluß der Wälder auf die Temperatur der untersten Luftschichten". Posen 1869. Landolt „Der Wald im Haushalt der Natur und der Menschen. Zürich 1870. Schleiden „Für Baum und Wald". Leipzig 1870. v. Löffelholz-Colberg, F. Frhr. „Die Bedeutung und Wichtigkeit des Waldes 2c." Leipzig 1872. H. Schmidt. Ebermayer, E. Dr. „Die physikalischen Einwirkungen des Waldes auf Luft und Boden". Aschaffenburg 1873. Lorenz J. Ritter von Liburnau, Dr. „Wald, Klima und Wasser". München 1873. Purkyne, E. Dr. „Über die Wald- und Wasserfrage". Österr. Monatsschr. 1876, S. 186. P. Demontzey »Traité pratique du reboisement et du gazonnement des montagnes«. Paris 1882. In deutscher Bearbeitung von Dr. A. Frhr. v. Seckendorff. Nördlinger, Theod. Dr. „Der Einfluß des Waldes auf die Luft- und Bodenwärme". Berlin 1885.

§ 12. In dem einleitenden Teile wurde gezeigt, wie mannigfach die ganze Kulturentwicklung der Völker die Existenz des Waldes beeinflußte und wie namentlich die verschiedenen staatsrechtlichen Auffassungen der Aufgaben, welche die Regierungsgewalt in Bezug auf die Waldwirtschaft zu erfüllen hat, eine große praktische Bedeutung für die Entwicklung wie andererseits für die Verhinderung einer guten Forstwirtschaft hatten. Faßt man den Staat als den höchsten, faktisch herrschenden Einheitswillen des Volkes auf, so gehört zu seinen wesentlichsten Aufgaben die Herstellung der moralischen und materiellen

Existenzbedingungen seiner Angehörigen. Wenn also auf irgend einem Gebiete die Existenzbedingungen der Gesamtheit in Frage kommen, so rechtfertigt dies ein autoritatives Eingreifen der Staatsgewalt in öffentlichem Interesse, um die Hindernisse für die menschliche Kulturentwicklung zu beseitigen oder erforderlichenfalles unmittelbar fördernde Veranstaltungen zur Erreichung des gemeinschaftlichen öffentlichen Zweckes zu treffen. Dies ist namentlich dann der Fall, wenn die Kraft des Einzelnen unzureichend ist und eine Zusammenfassung vieler Kräfte zur Erreichung des gemeinsamen Zieles notwendig ist, oder wenn die zeitliche Nachhaltigkeit bei Unternehmungen, welche die Dauer eines Menschenlebens übertreffen, eine Hauptbedingung für das Gelingen des Unternehmens bilden, wie dies in der Forstwirtschaft geschieht. Die Entfaltung einer staatlichen Thätigkeit in dieser Richtung empfiehlt sich um so mehr, wenn der Erfolg derselben möglichst vielen, aber dem einzelnen nur in unmeßbarem Grade zu gute kommt (Ad. Wagner). Aber auch da, wo der einzelne in Verkennung der Gefahr, welche seine Handlungen für das öffentliche Interesse nach sich ziehen, sei es in gutem Glauben sei es aus bösem Willen, das letztere schädigt, ist das Eingreifen der staatlichen Obrigkeit in dessen Interessensphäre gerechtfertigt.

In diesem Sinne hat die Frage der Erhaltung der Wälder, wie uns die Rechts- und Wirtschaftsgeschichte fast aller Staaten zeigt, seit den ältesten Zeiten die Gesetzgeber und die Exekutive der Staatsverwaltungen beschäftigt. Man erkannte schon frühzeitig, daß mit der Vernichtung der Wälder eines Landes Veränderungen in dem physischen Zustande desselben eintreten, die sehr oft verhängnisvoll für die Gesamtheit der Bewohner verlaufen, und schon Plato Critias berichtet über das „Erkranken des Landes“ in Folge der Entwaldungen. Über die verschiedenen Bestrebungen des Altertums, den menschlichen Egoismus durch religiöse Weihe sowie durch Gesetzgebung von der maßlosen Wälderzerstörung abzuhalten, haben wir schon im § 8 gesprochen. Nicht minder zeigen die tausende von landesherrlichen Erlassen, Gesetzen und Forstordnungen, daß im Mittelalter bis in die Neuzeit die Staatsgewalt sich jederzeit im öffentlichen Interesse um die Erhaltung und Verbesserung des Zustandes der Wälder eifrig gekümmert hat. Freilich war hiebei der leitende Beweggrund in der Regel blos die Sorge für nachhaltige Bereithaltung des für die Gesamtheit der Einwohner unentbehrlichen Brenn- und Baumaterials, aber in den Gebirgsgegenden sowie auf Sandboden und den Dünen wird schon frühzeitig dem Walde ein über seine Grenzen hinausreichender Einfluß auf die Beschaffenheit des Landes zugeschrieben, wozu namentlich die Erfahrungen in Italien beitrugen. Die älteste schriftliche Aufzeichnung über dieses Thema verdankt man dem Spanier Fernando Colon († 1540), welcher in einer Lebensbeschreibung des Admirals Almirante (Kap. 58) eine aus den Schiffsjournalen desselben geschöpfte Betrachtung über die Klimate einflicht; es heißt hier[50]:

> „Der Admiral schrieb dem Umfange und der Dichtigkeit der Wälder, welche die Rücken der Berge bedeckten, die vielen erfrischenden, die Luft abkühlenden Regengüsse zu, denen er ausgesetzt war, so lange er längs der Küste von Jamaica hinsegelte, und bemerkt hiebei, daß vormals auf Madeira, den canarischen und azorischen Inseln die Wassermenge ebenso groß war, aber daß seit jener Zeit, wo man die Bäume abgehauen hat, welche Schatten verbreiteten, die Regen daselbst seltener geworden sind.“

Diese Äußerung ist die erste der zahlreichen, später aus tropischen Ländern zu uns gelangten Klagen über den verderblichen Einfluß der Waldausstockungen auf die klimatischen Verhältnisse, welche wir hier schon des Raumes halber nicht alle anführen können.

Aber auch in Europa sammelte man frühzeitig Erfahrungen über die schlimmen Wirkungen der ausgedehnten Abholzungen; so bemerkt z. B. der kurf. sächsische Advokat K. G. Rößig[51]) über Kurfürsts August I. von Sachsen († 1586) Wirtschaftspolitik:

---

50) S. Alex. v. Humboldt „Kosmos“ II. Bd. S. 322.

51) Versuch einer pragmatischen Geschichte der Oekonomie-, Polizei- und Cameralwissenschaften“. Leipzig 1782.

„Nicht weniger sah er übrigens ein, wie nachtheilig oft die Ausrottung der Wälder, sobald sie unüberlegt geschieht, für ganze Gegenden werden kann; nicht etwa blos durch Holzmangel, sondern auch indem sie über große Landstriche Unfruchtbarkeit verbreiten kann. Wie oft schützt ein Wald die Nahrung einer Gegend! Er deckt ihre Äcker vor den verheerenden Nordwinden, befruchtet oft den Rücken eines Berges durch seinen Schutz und das abfallende Laub und Holz, der sonst ein ganz unfruchtbarer Sandhügel sein würde und dessen Kultur nun, da der Wald vertilgt ist, unmöglich wird. So schreibt man in einigen Gegenden Italiens die Unfruchtbarkeit nicht ohne Grund der Ausrottung der Wälder auf den nahen Gebirgen zu, da man weiß, daß dieselben, da die Wälder noch standen, Früchte brachten und als fruchtbare Länder bekannt waren".

Einen besonderen Aufschwung erhielt die Werthschätzung des Waldes durch die wissenschaftlich exakten Untersuchungen des berühmten Naturforschers Buffon, welcher wie schon in § 3 erwähnt, mehrere Probleme der praktischen Forstwirtschaft zu lösen bemüht war und gelegentlich seiner Reisen auch Beobachtungen über die Wirkungen der ausgedehnten Walddevastationen machte, deren Ergebnis er in die Worte zusammenfaßte: „Je länger ein Land bewohnt wird, desto wald- und wasserärmer ist es." Auch Choiseul-Gouttier stellte gelegentlich seiner Reisen in Griechenland Beobachtungen über die mit dem Verschwinden der Wälder zusammenhängende Abnahme des Quellenreichtums in diesem Lande an, während andere Reisende dieselbe Erscheinung der Abnahme des fließenden Wassers in Syrien und Kleinasien wahrnahmen, z. B. Marchand.

Eine praktische Bedeutung erhielten alle diese vereinzelten Beobachtungen aber erst, nachdem die in großartigem Maßstabe betriebenen Waldrodungen im Verlaufe der französischen Revolution die allgemeine Aufmerksamkeit auf die hiedurch hervorgerufenen Schädigungen der öffentlichen Wohlfahrt gelenkt hatten — Schäden, deren Abwendung gegenwärtig mit dem Aufgebote von Millionen Frcs. jährlich und mit Aufwand alles Scharfsinnes der Forst- und Wasserbau-Ingenieure kaum zu bewältigen ist. Zahlreiche Berichte der Administrationen und gemeinnütziger Gesellschaften erzählen von den bald nach den großen Waldausstockungen eingetretenen Schädigungen der öffentlichen Wohlfahrt. Schon 1792 schreibt die Administration des Basses-Alpes:

„Die Ausrodungen mehren sich rasch, von Dique bis Entrevaux sind die Gehänge der Gebirge von den schönsten Wäldern entblößt worden; die kleinsten Bäche werden nun zu Strömen und mehrere Gemeinden haben durch das Austreten der Flüsse ihre Ernten, ihre Heerden und Häuser verloren."

Im Jahre 1803 äußert sich die Agrikulturgesellschaft in Marseille:

„Die Winter sind strenger, die Sommer trockener und heißer, die wohlthätigen Frühlings- und Herbstregen bleiben aus; der Uveaune-Fluß, welcher von O nach W fließt, reißt beim geringsten Gewitter das Gelände mit sich fort und überschwemmt die reichsten Wiesen, aber 9 Monate im Jahre liegt sein Bett trocken infolge des Versiegens der Quellen; unregelmäßige, zerstörende Gewitter treten jetzt alljährlich ein und der Regen mangelt zu jeder Jahreszeit."

Namentlich schon unter dem Konsulat traten die unheilvollen Wirkungen dieser Devastationen zu Tage und wurden von Thuau in der National-Versammlung lebhaft geschildert (29. Germinal an XI). Seit jener Zeit datiert hauptsächlich die litterarische Bewegung zum Schutze des bedrohten Waldes und zur Erörterung seiner Funktionen im Haushalte der Natur, deren wichtigste Bücher wir im Eingang aufgezählt haben, ohne jedoch die Gesamtzahl dieser Litteraturgattung damit zu erschöpfen. Die weiteste Verbreitung fand unter diesen das Werk von Moreau de Jonnes, welches in Belgien preisgekrönt wurde, jedoch durch die vielfach übertreibende Darstellung und den Mangel an exaktem Beweismaterial auch gleichzeitig zur Diskreditierung dieser Bestrebungen beitrug. Erst dem wissenschaftlichen Ernst, der den Untersuchungen Alex. v. Humboldts, Boussingaults, Becquerels zu Grunde lag, gelang es, die Frage über die Bedeutung des Waldes von diesen Uebertreibungen zu befreien, während in der jüngsten Zeit Prof. Krutzsch, Forstrath Nördlinger und vor Allem Prof. Dr. Ebermayer jene Spezialisierung und direkte Versuchsanstellung auf scharf abgegrenzten Gebieten zur Anwendung brachten, wie sie der Gang der induktiven Forschung erfordert.

Anstatt also die zahlreichen aus Reisebeschreibungen oder Chroniken geschöpften Einzelberichte über vorgekommene Fälle von Temperaturveränderungen, vom Vertrocknen ganzer Landstriche, vom Versiegen der Quellen, Fehlen der Regenniederschläge und des Thaues hier zu wiederholen, verweise ich jeden sich dafür interessierenden Leser auf das oben zitierte Sammelwerk von Frhrrn. v. Löffelholz-Colberg, wo mit größtem Fleiß ein 290 Seiten füllendes Material dieser Art aus allen Ländern zusammengestellt und mit Quellenangabe nachgewiesen ist und wo sich eine erdrückende Beweislast für das Vorhandensein eines dringenden öffentlichen Interesses an der Waldschutzfrage deponiert findet. Dagegen ist es vom wissenschaftlichen Standpunkte aus interessanter, die in vielen Einzelberichten zerstreuten Ergebnisse der exakten Naturforschung über die einzelnen Seiten, welche bei der Wirkung des Waldes zu unterscheiden sind, übersichtlich zu ordnen und so den Gesamteffekt in seine einzelnen Komponenten zu zerlegen. Ich betrachte daher im Nachstehenden getrennt 1) den Einfluß des Waldes auf die Luft- und Bodentemperatur, 2) dessen Einwirkung auf die Feuchtigkeit der Luft und des Bodens, sowie auf den Kreislauf des Wassers, 3) dessen Bedeutung als mechanisches Hindernis für die Befestigung des Bodens und der Schneedecke und die Abschwächung der Winde.

1. Einfluß des Waldes auf Luft- und Bodentemperatur.

§ 13. So lange man die Frage über den klimatischen Einfluß der Wälder ohne direkte thermometrische Messungen lediglich nach dem oberflächlichen Augenschein erörterte, kamen die widersprechendsten Urteile darüber zu Tage. So verlangte im Jahre 1805 der bayerische Landesdirektionsrat Hazzi, daß die Staatsforsten verkauft und überhaupt möglichst viel Wald gerodet werden solle, damit das rauhe Klima Oberbayerns, welches durch Schneedruck, Reife und Hagelschauer die Waldanwohner belästige, gemildert werde. Andere glaubten, daß der Weinbau in Deutschland erst, nachdem ausgedehnte Waldrodungen das Klima geändert hätten, möglich geworden sei, während im diametralen Gegensatze hiezu wieder die Behauptung aufgestellt wurde, daß Waldrodungen die Ursache des Eingehens vieler Weinberge gewesen seien[52]). Da die große Menge überhaupt in der Erklärung von Naturerscheinungen und im Aufsuchen ihrer Ursachen leichtgläubig und naiv ist, so müssen alle die zahlreichen Behauptungen dieser Art mit kritischem Blicke betrachtet werden. Um so mehr verdienen die exakten wissenschaftlichen Forschungen Anerkennung, welche jetzt in vielen Ländern angestellt werden und deren Ergebnisse im Folgenden in ihren Hauptzügen dargestellt werden sollen.

Das Klima, d. h. der durchschnittliche Gang der Luftwärme und Feuchtigkeit einer bestimmten Gegend, wird in erster Linie durch die erwärmende Wirkung der Sonnenstrahlen bedingt und hängt daher von der zweifachen Bewegung der Erdkugel, von der geographischen Lage des betreffenden Ortes, der Verteilung von Land und Wasser, sowie von der Erhebung über die Meeresoberfläche ab. Die Vegetationsdecke und namentlich der Wald vermögen an den so gegebenen klimatischen Verhältnissen nur innerhalb gewisser Grenzen Veränderungen hervorzubringen — Modifikationen, welche indessen sehr beachtenswert werden, wenn es sich um ein großes Areal handelt, das mit dieser Vegetationsform bedeckt ist. Dabei muß vor Allem beachtet werden, daß der Ausdruck „Wald“ eine gewisse Mannigfaltigkeit verschiedener Holzarten und Bestockungsformen umfaßt und daß die Wirkungen sich im Laub- und Nadelwald, im Hochwald oder Niederwald, im geschlossenen oder lückigen Bestand nicht immer gleich bleiben werden; die im folgenden mitgeteilten Beobachtungsergebnisse beziehen sich nur auf ganz geschlossene Waldbestände. Schon Alex. v. Humbold[53]) rechnete unter die kälteerzeugenden und die

52) Fischer „Geschichte des Handels“ 1793.
53) Kosmos 1. Bd. S. 344.

mittlere Jahrestemperatur verändernden Ursachen den Wald, wo er in großer Ausdehnung vorhanden ist und zwar wegen der Verhinderung der Insolation des Bodens (Schattenkühle), dann wegen der großen Verdunstung der lebensthätigen Blätter, endlich wegen der nächtlichen Strahlung, die durch die große Oberflächenausdehnung der Blätter begünstigt wird. Es ist nemlich zu bedenken, daß die atmosphärische Luft ihre Wärme nur zu einem kleinen Teil durch unmittelbare Absorption der Sonnenstrahlen empfängt, den weitaus größeren erhält sie vielmehr durch Rückstrahlung und durch Leitung von dem nicht diathermanen Boden zugeführt. Das Kronendach des Waldes hindert aber diese Erwärmung des Bodens in hohem Grade, so daß der Waldluft vom Boden aus wenig Wärme zugeführt werden kann und dieselbe daher im Durchschnitt während des Tages kälter sein muß. Auch die Wärmeausstrahlung findet im Blätterdache des Waldes in ganz ähnlicher Weise statt, wie wir dies bei Wiesen nach nächtlichem Thau oder Reif beobachten können, nur sinkt im Walde die erkaltete Luft durch die Zweige herab, weil sie spezifisch schwerer wird; doch unterscheidet sich in dieser letzteren Hinsicht der Wald nicht wesentlich von irgend einer anderen Vegetationsform. Anderseits verhindert das Kronendach die nächtliche Strahlung aus dem Waldboden, so daß die Luftschichte zwischen beiden des Nachts meistens eine höhere Temperatur hat, als die des freien Landes ist. Wenn auch die geschilderten Vorgänge sich zunächst nur im Walde selbst abspielen, so ist doch eine gewisse Einwirkung auf die Umgebung durch Zirkulationsströmungen möglich, so daß ein größerer Wald in analoger Weise wie z. B. ein See bis auf gewisse Entfernungen hin klimatische Modifikationen hervorbringen oder ein sog. „Lokalklima" bilden kann, welches gewisse charakteristische Eigentümlichkeiten zeigt. In dieser Hinsicht hat A. Woeikof[53]), Direktor des Petersburger meteorologischen Instituts interessante Vergleiche zwischen der mittleren Julitemperatur vieler auf gleichen Breitegraden gelegener Stationen angestellt, nachdem die Zahlen der Celsius-Grade auf gleiche Meereshöhe (200 m) reduziert worden waren: Er fand:

beim 38° nördl. Breite

Lissabon 21,4°, Campomajor 24,6°, Palermo 24,7°, Athen 26,2°, Smyrna **25,5°**, Lenkoran **23,7°**, Krasnowodsk **27,8°**. Hier fällt besonders auf, daß der waldreiche Westen vom Kaspissee kühlere Temperaturen aufweist als die um 4° heißere Ostküste in der Steinwüste von Krasnowodsk.

bei 42° n. Br.

Oporto 19,8°, Rom 24,0°, Ragusa 23,6°, Poti **21,6°**, Kutais **22,8°**, Tiflis 26,0°, Orte am Amu Darja 26,8°. Hieraus schließt W., daß die dichten Wälder Mingreliens (Poti) die Temperatur erniedrigen, während in dem waldarmen Tiflis und am Amu Darja eine um 4° höhere Hitze herrscht; einen analogen Verlauf zeigt folgende Reihe von Julimitteln:

bei 46° n. Br.

La Rochelle 19,3°, Mailand 22,7°, Triest 22,6°, Agram 21,7°, Szegedin 22,0°, Arad 22,8°, Orawicza (Ungarn) **19,7°**, Pojana Ruska **19,9°**, Odessa 21,8°, Cherson 22,5°, Astrachan **24,2°**, Orte am Syr Darja **24,5°**. Hier fällt namentlich die niedere Temperatur des waldreichen Kroatien und Siebenbürgen auf.

bei 48° n. Br.

Brest 16,8°, Versailles 18,6°, Karlsruhe 19,2°, Wien 19,9°, Debreczin 21,5°, Rosenau 20,5°, Bistritz (Siebenbürgen) 20,0°, Czernowitz 20,5°, Ekaterinoslaw 22,9°, Lugan (Steppe) **22,5°**, Irgis (Kirgisensteppe) **24,2°**.

Die Temperatur steigt hier vom atlantischen Ozean bis zu den Pusten Ungarns konstant, aber im Osten Ungarns, in dem waldigen Siebenbürgen und der Bukowina, steht sie erheblich tiefer als in den russischen Steppen.

bei 50° n. Br.

Guernsey 15,3°, Brüssel 17,0°, Würzburg 20°, Promenhof (Böhmen) 18,0°, Prag 20°, Hochwald (mähr. Plateau) **17,6°**, Troppau 20°, Orte in den Karpathen **17,9°**, Lemberg 18,6°, Kiew 19,0°, Charkow 20,2°, Ssemipalatinsk **22,6°**. Auch hier steigt vom Ozean bis zum Mainthal die Wärme rasch, dann bewirken aber die großen Wälder an der bayr.-böhmischen Grenze eine Temperaturerniedrigung, die sich nochmals in den Karpathen wiederholt; auch Kiew ist nahe an Wäldern und Sümpfen, dagegen Charkow an der Steppengrenze.

---

53) Petermanns geogr. Mitteilungen 31. Band 1885. Heft III. S. 81.

bei 52° n. Br.

Valentia (Irland) 14,2°, Leipzig 17,0°, Warschau 18,2°, Tschernigow 18,4°, Orel und Kursk 19,8°, Poljänki (bei Saratow) 18,7°, Orenburg 20,6°, Akmollins (Kirgisensteppe) 21,1°.

Vom Meere an rasche Temperaturzunahme gegen Mitteldeutschland, gegen den mittleren Dnieper aber und im waldigen Quellengebiet der Ssura eine relative Abnahme, hingegen hohe Temperaturen im Tschernosiem-Gebiete und in der Steppe.

Eine ähnliche vergleichende Zusammenstellung von auf gleiche Meereshöhe reduzierten Sommertemperaturen, wie sie gleichzeitig in dem waldreichen Bosnien und der größtenteils aus nacktem Felsgestein bestehenden Herzegowina beobachtet wurden, läßt erkennen, daß das Waldland um 2,5—4,5° kühlere Sommer aufweist als die kahlen, an den „Karst" erinnernden Gebirge der Herzogewina.

Auch in Indien läßt sich eine ganz analoge Erscheinung konstatieren, indem die großen Waldkomplexe von Assam, Sylhet und Cachar, trotzdem sie weit vom Meere entfernt sind, in den Monaten April bis Juni um 4° bis 6° C. niedrigere Mitteltemperaturen haben, als die unbewaldeten Gegenden gleicher Lage; insbesondere fehlt daselbst die heiße Zeit, welche in dem übrigen Indien in die Monate April—Juni fällt, und es steigt die Temperatur in diesen Waldgebieten konstant vom Januar bis Juli fort. Vor Allem aber differieren in den genannten Gebieten die Maximaltemperaturen in auffälliger Weise von jenen des übrigen Indiens, während nemlich diese letzteren 40°—45° C. betragen, sind sie in Assam kaum höher als im südlichen Rußland, d. h. 36° C. durchschnittlich. Auf eine direkte briefliche Anfrage bei dem Beobachter H. Blanford, welcher die meteorologischen Observationen in Assam gemacht hatte, erhielt Woeikof die Antwort, daß die dichten Wälder, welche Ober-Assam bedecken, als Ursache dieser auffallenden Mäßigung der Temperatur-Extreme anzusehen seien.

§ 14. In dem Widerstreite der Meinungen über die Einwirkungen der Wälder auf das Klima, welcher blos auf Grund allgemeiner meteorologischer Aufzeichnungen geführt wurde, stellte sich das Bedürfnis nach direkt zu diesem Zwecke angestellten vergleichenden Beobachtungen heraus. Nachdem in Frankreich Becquerel Beobachtungen über den Einfluß der Wälder auf Temperatur und Niederschläge gemacht hatte, wurden zu Anfang der 60ger Jahre von Forstrat H. Nördlinger und in Sachsen von Professor Krutzsch meteorologische Beobachtungen in der Nähe größerer Wälder angestellt, indem an 9 Forsthäusern Stationen zu allgemein meteorologischen Zwecken errichtet wurden. Eine wesentliche Erweiterung ihrer Aufgaben erfuhren aber die forstlich-meteorologischen Stationen durch Prof. Dr. E. Ebermayer, welcher das System der Parallelbeobachtungen im Innern eines geschlossenen Waldbestandes und im Freien auf einer sonst gleich gelegenen Fläche seit 1867 auf 7 Stationen zur Durchführung brachte. Ihm schloß sich bald das im Kanton Bern auf 3 Stationen eingerichtete Beobachtungssystem an, wie auch in Böhmen und Italien diese Doppelstationen frühzeitig Nachfolge fanden (in Promenhof und Vallombrosa). Die interessanten Resultate, welche Ebermayer in seinem Werke über „die physikalischen Einwirkungen des Waldes auf Luft und Boden" mitteilte, veranlaßten eine allgemeinere Durchführung dieser Beobachtungsmethode, indem in Preußen 10 solcher Stationen, in Elsaß-Lothringen 3, in den thüringen'schen Staaten 2, in Braunschweig und Würtemberg je 1 seit 1874 nach und nach entstanden.

Die Instruktion, nach welcher diese Beobachtungen gemacht werden, sowie die Beschreibung der Stationen ist als Beilage zum Jahrbuch der Preußischen Forstverwaltung VII. Bd. 1875 gedruckt erschienen, auf welche daher hier verwiesen wird. Ich habe für die vorliegende Arbeit die allmonatlich von H. Professor Dr. Müttrich publizierten Beobachtungsergebnisse[55]), welche als Beilage der Zeitschrift für Forst- und Jagdwesen er-

55) Dr. A. Müttrich „Beobachtungsergebnisse der von den forstl. Versuchsanstalten des Königreichs Preußen, Herzogthum Braunschweig, der thüringischen Staaten, der Reichslande und

scheinen, teilweise bearbeitet und namentlich zunächst folgende Differenzen der täglichen Mitteltemperaturen zwischen Freiem und Wald in den Tabellen auf S. 25—30 nach Jahreszeiten und Jahresmitteln berechnet[56]). Hiernach waren im Gesamtdurchschnitte die Unterschiede zwischen der Luft im Walde und dem Freilande folgende:

Im Jahresmittel war die Waldluft kälter (—) oder wärmer (+) als die Luft im Freien um folgende Grade Celsius.

Kurze Beschreibung der Beobachtungsstationen							Mittlere Differenzen	
Station	Geogr. Breite	Länge östlich von Ferro	Seehöhe	Holzbestand	Entfernung der Freistation von der Waldgrenze	Entfernung der Waldstation von der Waldgrenze	bei 1.5 m	in der Baumkrone
			m		m	m		
Fritzen	54° 50′	38° 13½′	30	45jähr. Fichten	80	140	— 0,43	— 0,20
Kurwien	53° 34′	39° 9′	124	80—140j. Kiefern	207	132	— 0,08	+ 0,20
Carlsberg	50° 28′	34° 2′	690	45jähr. Fichten	180	265	— 0,39	+ 0,11
Eberswalde	52° 50′	31° 29½′	42	45jähr. Kiefern	125	180	— 0,14	— 0,14
Schmiedefeld	50° 36½′	28° 28½′	680	60—70j. Fichten	300	150	— 0,40	+ 0,07
Friedrichsrode	51° 22′	28° 14′	353	65—85j. Buchen	112	347	— 0,64	— 0,26
Sonnenberg	51° 45½′	28° 10½′	774	45jähr. Fichten	100	198	— 0,23	+ 0,17
Marienthal	52° 16′	28° 38½′	143	60jähr. Buchen	300	200	— 0,25	— 0,08
Lintzel	52° 59′	27° 55′	95	Lüneburger Heide	—	—	+ 0,14	—
Hadersleben	55° 16′	27° 9½′	34	70—80j. Buchen	125	120	— 0,36	— 0,11
Schoo	53° 36½′	25° 14′	3	20jähr. Kiefern	200	500	— 0,12	— 0,12
Lahnhof	50° 53½′	25° 54½′	602	70jähr. Buchen	750	195	— 0,16	— 0,22
Hollerath	50° 27½′	24° 3½′	612	45jähr. Fichten	110	100	— 0,21	— 0,28
Hagenau	48° 50′	25° 28′	145	55—65j. Kiefern	1270	668	— 0,91	— 0,97
Neumath	48° 59′	24° 57½′	340	45jähr. Buchen	250	250	— 0,39	— 0,12
Melkerei	48° 25′	24° 57½′	930	60—80j. Buchen	1200	1600	— 0,96	— 0,36

Im Vergleiche hiezu ergaben die Beobachtungen in Bayern, Württemberg, der Schweiz und Frankreich

Station	Geogr. Breite	Länge östlich von Ferro	Seehöhe	Holzbestand	Entfernung der Freistation	Entfernung der Waldstation	bei 1.5 m	in der Baumkrone
(In Bayern)[57])								
Duschlberg	48° 48′	31° 24′	901	40j. Ficht. u. Tann.	900		— 1,37	— 0,76
Seeshaupt	47° 49½′	28° 58′	595	40jähr. Fichten	1800		— 1,44	— 0,11
Rohrbrunn	49° 54′	27° 3′	476	60j. Buchen mit einig. 200j. Eichen	200		— 0,22	+ 0,07
Johanneskreuz	49° 20′	25° 29′	476	60jähr. Buchen	900		— 0,95	— 0,75
Ebrach	49° 51′	28° 9½′	381	50jähr. Buchen	700		— 1,06	— 0,56
Altenfurth	49° 24½′	28° 49′	325	36jähr. Kiefern	900		— 0,80	— 0,13
(Württemberg)[58])								
St. Johann bei Urach			760	50jähr. Fichten	700		— 0,90	— 0,50
(Schweiz)[59])								
Brückwald bei Interlacken			800	50jähr. Lärchen			— 0,91	
Löhrwald bei Bern			500	40jähr. Fichten			— 1,05	
Fahywald bei Pruntrut			450	50—60j. Buchen			— 0,76	
(Frankreich)[60])								
Hayer-Wald bei Bellefontaine			240	65j. Buch. u. Eichen	400		— 0,4	
Halatter-Wald bei Fleurines			120	30jähr. Eichen u. Hainbuchen	150		— 0,5	
Ermenonviller-Wald bei Thiers			100	25jähr. Kiefern	300		— 1,0	
						Gesammt-Durchschnitt	— 0,58	— 0,23

dem Landesdirektorium der Provinz Hannover eingerichteten forstl. meteorologischen Stationen". Berlin. J. Springer.

56) Die Tagesmittel sind von 1875—81 incl. aus den beiden täglichen Beobachtungen 8 Uhr Morgens und 2 Uhr Nachmittags berechnet, seit 1882—85 aber aus den Angaben der Thermometrographen gezogen.

57) Dr. E. Ebermayer „Die physikalischen Einwirkungen des Waldes auf Luft und Boden". Aschaffenburg 1873.

58) Dr. Theod. Nördlinger „Der Einfluß des Waldes auf Luft- und Bodenwärme". Berlin 1885.

§. 15. Vorstehende Zusammenstellung gibt die Uebersicht über die Jahresmittel aller forstlich-meteorologischen Beobachtungsstationen, welche für das preußische Beobachtungsnetz aus 11 (resp. für die jüngsten Stationen aus 4) Jahrgängen gezogen sind, für die bayerischen und württembergischen Stationen nur aus einem Jahre, für die schweizerischen aus 12 und die französischen aus 1—8 Jahren berechnet wurden. In diesem großen Durchschnitte zeigt sich, daß die Luft im Walde fast durchgehends kälter ist als im freien Lande und zwar im allgemeinen Mittel um etwa ¹/₂° C., jedoch ist der Unterschied in dem gebirgigen Terrain im Allgemeinen größer, in den großen Ebenen kleiner als dieses Mittel, ja in der Lüneburger Haide war die Differenz sogar eine positive, vermutlich wegen des Schutzes gegen den Wind. Die Holzarten zeigen nicht durchaus einen gleichen Einfluß, indem zwar die Kiefernbestände mehrfach nur geringere Differenzen aufweisen als Buchen- und Fichtenwälder, jedoch in einzelnen Fällen diese wieder übertreffen. Es scheint also hieraus hervorzugehen, daß es weniger die Art der Bestockung ist, welche diese Verschiedenheiten in der Einwirkung des Waldes auf die Mittel-Temperatur bedingt, als vielmehr die Exposition und die Lage gegen die Haupt-Windrichtung. Vergleicht man hingegen die Lufttemperatur im Kronenraume des Waldes mit jener im Freien, so ist die Differenz eine viel kleinere und zwar durchschnittlich um die Hälfte geringere; an mehreren Stationen ist dieselbe sogar positiv; ein charakteristisches Verhalten der Holzarten ist auch hier nicht zu konstatieren, sondern es spielt offenbar die Windrichtung eine große Rolle hiebei.

Man kann also sagen, daß im geschlossenen Walde die mittlere Jahrestemperatur der Luft im allgemeinen etwas kühler ist, als im Freien, daß aber diese Differenz nur selten bei einem mehrjährigen Durchschnitte 1° C. übertrifft.

§. 16. Wichtiger als das Jahresmittel ist die Ermittlung der Unterschiede in den verschiedenen Jahreszeiten, da hier die Wirkungen des Waldes ziffermäßig schärfer hervortreten und sich die positiven und negativen Größen nicht so kompensieren. Um diese Frage zu beantworten, habe ich die Beobachtungsergebnisse der Stationen des preußischen Netzes nach Jahreszeiten berechnet und die Differenzen in den Tabellen auf Seite 26—30 zusammengestellt, ebenso sind die schweizerischen Beobachtungen in gleichem Sinne bearbeitet auf Seite 31 aufgeführt. Als Hauptresultate ergeben sich aus allen Beobachtungen folgende Zahlen:

Forstlich-meteorologische Beobachtungsnetze	im Frühjahre			im Sommer			im Herbst			im Winter		
	mittlere	höchste	niedrigste	mittlere	höchste	niedrigste	mittlere	höchste	niedrigste	mittlere	höchste	niedrigste
	Differenz zwischen Waldlufttemperatur in 1,5 m Höhe und Luft im Freien in C°.											
Preußisches	— 0,23	— 0,88	+ 0,26	— 0,76	— 1,76	+ 0,11	— 0,35	— 0,82	+ 0,01	— 0,05	— 0,48	+ 0,28
Bayerisches	— 1,27	— 2,06	+ 0,06	— 2,04	— 2,92	— 1,01	— 0,74	— 1,20	— 0,19	— 0,47	— 1,33	+ 0,60
Schweizerisches	— 0,74	— 1,02	— 0,42	— 1,51	— 1,64	— 1,34	— 0,87	— 0,92	— 0,82	— 0,51	— 1,03	— 0,20
Französisches	— 0,43	— 0,90	— 0,20	— 1,03	— 1,20	— 0,90	— 0,70	— 1,00	— 0,30	— 0,37	— 0,70	— 0,20
Württembergisch.	— 0,80			— 1,70			— 0,50			— 0,30		
	Differenz zwischen Waldluft in der Baumkrone und im Freien in C°.											
Preußisches	— 0,06	— 1,15	+ 0,26	— 0,40	— 1,20	+ 0,36	— 0,22	— 1,16	+ 0,30	+ 0,08	— 0,59	+ 0,29
Bayerisches	— 0,42	— 0,89	+ 0,15	— 1,07	— 2,23	— 0,25	— 0,27	— 0,46	— 0,01	0,00	— 0,26	+ 0,47
Württembergisch.	— 0,50			— 1,00			— 0,20			0,00		

59) In der „schweizerischen Zeitschrift für das Forstwesen“ nach Monatsmitteln veröffentlicht. Eine übersichtliche Zusammenstellung der 13jährigen Beobachtungsreihe hat Dr. E. Wollny im V. Bd. seiner „Forschungen aus dem Gebiete der Agrikultur-Physik“ S. 316—331 veröffentlicht, aus welcher ich die Differenzen berechnete.

60) Mathieu Météorologie comparée agricole et forestière 1878. dann Fautrat »Observations météorologiques«.

Im Mittel der einzelnen Jahreszeiten war im Tagesmittel die Waldluft in Brusthöhe (d. h. 1,5 m über dem Boden) um folgende Grade Celsius wärmer (+) oder kälter (—) als die Luft im Freien bei gleicher Höhe und im Schatten.

Jahrgänge	Fritzen	Kurwien	Carlsberg	Eberswalde	Schmiedefeld	Friedrichsrode	Sonnenberg	Marienthal	Lintzel	Hadersleben	Schoo	Lahnhof	Hollerath	Hagenau	Neumath	Melkerei
Im Frühjahr (März, April, Mai)																
1875	—	—	—0,61	—	—	—0,59	—	—	—	—	—	—	—0,29	—	—	—
1876	—0,38	—0,45	—0,30	—0,09	—	—	—	—	—	—0,33	—	—	+0,46	—0,42	+0,61	+0,60
1877	—0,28	—1,16	—0,32	—0,24	—	—1,24	—	—	—	+0,16	+0,09	—	+0,69	—1,59	+0,10	+0,33
1878	—0,14	—0,38	—0,51	+0,01	—	—0,29	—0,52	—	—	—0,34	—0,06	—0,10	+1,21	—1,11	—0,06	—1,36
1879	—0,45	+0,38	—0,52	0,00	—	—0,55	—0,91	+0,12	—	—0,02	—0,13	+0,10	—0,78	—1,03	+0,18	—1,79
1880	—0,37	—0,14	—0,81	+0,21	—	+0,30	—0,52	+0,39	—	—0,13	—0,12	+0,34	—0,91	—	+0,08	—1,71
1881	—0,53	+0,30	—0,81	—0,02	—	—0,07	—0,43	+0,58	—	—0,09	—0,12	+0,40	—0,90	—0,73	+0,09	—1,00
1882	—0,47	+0,33	—1,17	—0,07	—0,27	—0,33	—0,30	+0,13	+0,33	—0,18	+0,07	+0,33	—0,77	—0,90	+0,20	—1,10
1883	—0,40	+0,07	—0,07	—0,17	—0,50	0,00	—0,04	0,00	+0,27	0,00	+0,27	+0,27	—0,23	—0,33	+0,17	—1,17
1884	—0,57	—0,13	—0,30	—0,27	—0,40	+0,10	—0,30	+0,20	+0,23	—0,03	+0,13	—0,13	—0,63	—	+0,03	—0,50
1885	—0,27	+0,10	—0,63	—0,43	—0,66	0,00	—0,27	—0,23	+0,20	+0,17	—	—0,13	—1,03	—0,57	—0,03	—1,07
Mittel	**—0,39**	**—0,11**	**—0,55**	**—0,11**	**—0,46**	**—0,27**	**—0,41**	**+0,17**	**+0,26**	**—0,07**	**+0,02**	**+0,14**	**—0,29**	**—0,84**	**+0,14**	**—0,88**
Im Sommer (Juni, Juli, August)																
1875	—	—	+0,33	—	—	—1,50	—	—	—	—	—	—	—0,75	—1,79	—1,47	—1,27
1876	—0,69	—0,60	+0,59	—0,16	—	—1,36	—	—	—	—	—	—	+0,33	—1,71	—0,76	+0,31
1877	—0,85	—1,25	—0,80	+0,14	—	—2,55	—0,97	—	—	—1,49	—	—0,82	+0,06	—	—1,23	—0,16
1878	—0,97	—0,10	—0,67	+0,13	—	—1,10	—0,56	—0,97	—	—0,97	—0,32	—0,84	+0,69	—2,19	—1,47	—2,31
1879	—1,01	+0,40	—0,78	+0,10	—	—2,26	—0,68	—1,25	—	—0,95	—0,60	—1,03	—1,27	—1,86	—1,78	—3,02
1880	—0,98	—0,40	—0,48	—0,02	—	—1,02	—0,27	—0,71	—	—1,15	—0,51	—0,51	—1,41	—1,99	—1,60	—2,65
1881	—0,97	+0,05	—1,09	—0,24	—	—1,38	—0,28	—0,50	—	—1,04	—0,31	—0,25	—1,35	—1,84	—0,88	—2,29
1882	—1,07	+0,17	—0,53	—0,17	—0,53	—1,80	—0,30	—0,90	+0,13	—1,20	—0,33	—0,40	—1,20	—1,70	—0,90	—2,17
1883	—0,87	—0,27	—0,13	—0,47	—0,30	—1,67	—0,03	—0,73	+0,30	—1,23	—0,07	—0,57	—0,40	—0,87	—1,13	—2,33
1884	—0,77	—0,47	—0,88	—0,70	—0,80	—1,20	+0,07	—0,77	+0,13	—1,07	+0,13	—0,87	—1,03	—	—0,90	—1,73
1835	—0,73	—0,40	—0,77	—0,66	—0,20	—1,10	+0,30	—1,07	—0,10	—0,73	—	—0,53	—1,57	—1,73	—0,70	—1,77
Mittel	**—0,89**	**—0,29**	**—0,88**	**—0,21**	**—0,33**	**—1,54**	**—0,30**	**—0,86**	**+0,11**	**—1,09**	**—0,29**	**—0,65**	**—0,72**	**—1,74**	**—1,25**	**—1,76**

Fortsetzung der auf S. 27 begonnenen Tabelle.

Jahrgänge	Fritzen	Kurwien	Carlsberg	Eberswalde	Schmiedefeld	Friedrichsrode	Sonnenberg	Marienthal	Lintzel	Habersleben	Schoo	Lahnhof	Hollerath	Hagenau	Neumath	Melkerei
Im Herbst (September, October, November)																
1875	—	—	— 0,20	—	—	— 0,62	—	—	—	—	—	—	—	— 0,87	— 0,09	+ 0,68
1876	— 0,33	— 0,80	— 0,45	— 0,39	—	— 0,70	—	—	—	—	—	—	+ 0,70	— 0,21	— 0,23	+ 1,10
1877	— 0,35	— 0,08	— 0,70	— 0,51	—	— 0,82	— 0,61	—	—	— 0,81	— 0,28	— 0,31	+ 1,16	— 1,42	— 0,31	+ 0,98
1878	— 0,78	+ 0,47	— 0,99	+ 0,05	—	— 0,67	— 0,46	— 0,23	—	— 0,25	— 0,40	— 0,29	+ 1,02	— 1,12	— 0,30	— 1,39
1879	— 0,60	+ 0,55	— 0,57	+ 0,23	—	— 0,78	— 0,27	— 0,21	—	— 0,32	— 0,01	— 0,12	— 0,56	—	— 0,81	— 2,52
1880	— 0,88	+ 0,01	— 0,58	+ 0,06	—	— 0,51	— 0,07	— 0,07	—	— 0,27	— 0,33	— 0,03	— 0,56	— 1,09	— 0,46	— 1,23
1881	— 0,76	+ 0,13	— 0,80	— 0,15	—	— 0,47	— 0,49	— 0,38	—	— 0,18	— 0,10	— 0,20	— 0,74	— 1,14	— 0,59	— 1,49
1882	— 0,53	— 0,10	— 0,27	— 0,07	— 0,47	— 0,63	— 0,13	— 0,53	+ 0,08	— 0,87	— 0,30	— 0,17	— 0,50	— 0,90	— 0,50	— 1,33
1883	— 0,37	+ 0,03	0,00	— 0,37	— 0,58	— 0,07	— 0,20	— 0,50	+ 0,17	— 0,37	— 0,17	— 0,18	— 0,37	+ 0,47	— 0,43	— 1,37
1884	— 0,33	+ 0,07	— 0,50	— 0,17	— 0,40	—	+ 0,33	— 0,20	— 0,08	— 0,13	— 0,13	— 0,33	— 0,27	— 0,87	— 0,50	— 0,83
1885	+ 0,10	— 0,23	— 0,87	— 0,43	— 0,50	— 0,40	+ 0,07	— 0,27	— 0,20	0,00	— 0,27	— 0,57	— 0,73	— 1,00	— 0,53	— 0,63
Mittel	**— 0,47**	**+ 0,01**	**— 0,54**	**— 0,18**	**— 0,48**	**— 0,56**	**— 0,20**	**— 0,30**	**— 0,01**	**— 0,30**	**— 0,22**	**— 0,24**	**— 0,09**	**— 0,82**	**— 0,39**	**— 0,78**
Im Winter (Dezember, dann Januar und Februar des folgenden Jahres)																
1875	— 0,12	— 0,20	— 0,09	+ 0,06	—	— 0,49	—	—	—	—	—	—	+ 0,53	— 0,23	+ 0,82	+ 0,93
1876	— 0,11	— 0,78	— 0,08	— 0,20	—	— 1,03	—	—	—	— 0,09	—	—	+ 1,06	—	0,00	+ 0,89
1877	+ 0,26	+ 0,15	+ 0,07	— 0,12	—	— 0,49	+ 0,04	—	—	— 0,73	— 0,05	+ 0,04	+ 1,67	— 0,52	— 0,13	+ 0,60
1878	— 0,18	+ 0,61	— 0,19	— 0,04	—	— 0,46	+ 0,08	+ 0,11	—	+ 0,28	+ 0,03	+ 0,20	+ 0,18	— 0,18	+ 0,14	— 1,62
1879	+ 0,29	+ 0,32	— 0,38	+ 0,09	—	+ 0,34	— 0,18	+ 0,45	—	+ 0,06	— 0,02	+ 0,11	— 0,26	— 0,23	— 0,23	— 2,10
1880	— 0,09	+ 0,56	— 0,31	— 0,16	—	+ 0,10	— 0,05	+ 0,27	—	+ 0,12	+ 0,02	+ 0,48	— 0,16	— 0,53	— 0,16	— 0,83
1881	+ 0,16	— 0,01	— 0,21	+ 0,24	—	— 0,25	— 0,35	— 0,28	—	+ 0,18	— 0,19	— 0,29	— 0,27	— 0,34	+ 0,05	— 0,52
1882	0,00	+ 0,07	+ 0,13	— 0,10	— 0,23	— 0,10	+ 0,07	— 0,20	+ 0,57	+ 0,10	+ 0,08	+ 0,23	0,00	— 0,37	— 0,10	— 1,00
1883	— 0,07	+ 0,07	+ 0,43	— 0,17	— 0,40	+ 0,07	+ 0,17	— 0,20	+ 0,07	— 0,03	+ 0,23	+ 0,20	0,00	+ 1,00	— 0,20	— 0,60
1884	— 0,03	+ 0,13	— 0,17	— 0,13	— 0,40	+ 0,23	+ 0,13	— 0,27	0,00	+ 0,13	— 0,13	— 0,20	0,00	— 0,63	— 0,27	— 0,50
1885	Noch nicht veröffentlicht.															
Mittel	**+ 0,01**	**+ 0,09**	**— 0,08**	**— 0,05**	**— 0,34**	**— 0,21**	**0,00**	**— 0,02**	**+ 0,21**	**0,00**	**— 0,01**	**+ 0,10**	**+ 0,28**	**— 0,28**	**— 0,06**	**— 0,48**
Jahres-Mittel	**— 0,43**	**— 0,08**	**— 0,39**	**— 0,14**	**— 0,40**	**— 0,64**	**— 0,23**	**— 0,25**	**+ 0,14**	**— 0,36**	**— 0,12**	**— 0,16**	**— 0,21**	**— 0,91**	**— 0,39**	**— 0,96**

Im Mittel der einzelnen Jahreszeiten war die Waldluft im Kronenraum der Waldbäume um folgende Grade Cels. wärmer (+) oder kälter (—) als die Luft im Freien bei 1,5 m Höhe im Schatten.

Jahrgänge	Fritzen	Kurwien	Carlsberg	Eberswalde	Schmiedefeld	Friedrichsrode	Sonnenberg	Marienthal	Hadersleben	Schoo	Lahnhof	Hollerath	Hagenau	Neumath	Melkerei
Im Frühjahr (März, April, Mai)															
1875	—	—	+0,51	—	—	−0,01	—	—	—	—	—	−0,85	—	—	—
1876	−0,14	+0,11	+0,34	−0,09	—	—	—	—	−0,45	—	—	+0,23	−1,08	+0,62	+0,91
1877	+0,02	−0,06	+0,70	−0,09	—	−0,44	—	—	+0,55	+0,18	—	+0,53	−2,01	+0,19	+0,54
1878	+0,31	—	+0,14	−0,38	—	−0,31	+0,11	—	−0,08	−0,05	−0,10	+1,00	−1,32	+0,19	−0,52
1879	−0,15	+0,80	−0,04	−0,19	—	−0,14	−0,29	+0,02	−0,24	−0,12	−0,01	−1,04	−1,27	+0,32	−0,45
1880	−0,82	−0,82	+0,87	−0,01	—	+0,50	−0,02	+0,83	+0,12	−0,07	+0,16	−1,04	−0,81	+0,22	−0,24
1881	−0,15	+0,30	+0,12	−0,15	—	−0,04	−0,08	+0,54	−0,14	−0,01	+0,14	−0,79	−0,77	+0,28	−0,69
1882	−0,33	+0,27	−0,08	−0,03	+0,23	−0,23	+0,20	0,00	−0,07	+0,37	+0,23	−0,97	−0,87	—	−0,67
1883	−0,17	−0,07	+0,37	0,00	+0,23	−0,03	+0,10	+0,23	+0,07	+0,23	+0,07	−0,23	−1,07	+0,27	−1,03
1884	−0,30	+0,27	−0,07	−0,10	+0,20	+0,33	+0,20	+0,40	+0,13	+0,17	−0,23	−0,67	—	+0,20	−0,10
1885	0,00	+0,47	−0,03	−0,47	−0,10	+0,50	+0,28	−0,03	+0,13	—	−0,37	−1,07	−1,17	+0,03	−0,30
Mittel	**−0,12**	**+0,20**	**+0,22**	**−0,15**	**+0,14**	**+0,01**	**+0,06**	**+0,21**	**0,00**	**+0,08**	**−0,01**	**−0,40**	**−1,15**	**+0,26**	**−0,26**
Im Sommer (Juni, Juli, August)															
1875	—	—	+0,94	—	—	−1,26	—	—	—	—	—	−0,72	—	−0,53	−1,21
1876	−0,45	+0,80	+0,94	—	—	−0,59	—	—	—	—	—	+0,44	—	−0,55	+0,78
1877	−0,65	+0,30	+0,19	−0,14	—	−1,28	—	—	−0,30	—	—	+0,28	—	−0,91	+0,64
1878	−0,67	+0,46	−0,25	−0,27	—	−0,92	−0,01	−0,77	−0,29	−0,32	−0,69	+0,92	−1,17	−0,87	−1,35
1879	−0,71	+1,06	−0,41	−0,01	—	−1,19	−0,17	−1,01	−0,90	−0,66	−0,83	−1,18	−0,94	−1,30	−1,86
1880	−0,81	−0,60	+0,28	+0,01	—	−0,29	+0,09	−0,60	−0,39	−0,43	−0,42	−1,16	−1,09	−1,02	−1,78
1881	−0,55	+0,49	−0,01	−0,30	—	−0,79	+0,07	−0,52	−0,12	−0,34	−0,30	−1,12	−0,52	−0,33	−1,93
1882	−0,73	+0,43	−0,20	−0,17	−0,10	−1,33	+0,18	−0,60	−0,67	+0,23	−0,37	−1,30	−1,10	−0,53	−1,87
1883	−0,47	+0,13	−0,18	−0,07	+0,17	−1,10	+0,40	−0,30	−0,60	0,00	−0,67	−0,13	−0,97	−0,90	−2,00
1884	−0,27	+0,30	−0,47	−0,37	+0,17	−0,23	+0,47	−0,40	−0,53	+0,23	−0,80	−0,70	—	−0,50	−1,37
1885	+0,17	+0,23	−0,20	−0,43	+0,27	−0,23	+0,67	−0,73	−0,33	—	−0,53	−1,20	−0,98	−0,27	−1,30
Mittel	**−0,51**	**+0,36**	**+0,07**	**−0,19**	**+0,18**	**−0,84**	**+0,21**	**−0,26**	**−0,47**	**−0,18**	**−0,58**	**−0,58**	**−0,96**	**−0,70**	**−1,20**

Fortsetzung der auf S. 29 begonnenen Tabelle.

Jahrgänge	Fritzen	Kurwien	Carlsberg	Eberswalde	Schmiedefeld	Friedrichsrode	Sonnenberg	Marienthal	Hadersleben	Schoo	Lahnhof	Hollerath	Hagenau	Neumath	Melkerei
Im Herbst (September, Oktober, November)															
1875	—	—	—0,17	—	—	—0,48	—	—	—	—	—	—0,18	—	+0,85	+0,73
1876	—0,25	—0,13	+0,44	—	—	—0,16	—	—	—	—	—	+0,67	—	—0,04	+1,88
1877	—0,14	—0,02	+0,11	—0,05	—	—0,51	—0,31	—	+0,01	—0,36	—0,26	+1,15	—1,47	—0,02	+1,71
1878	—0,53	+0,51	—0,25	—0,12	—	—0,36	+0,04	—0,15	—0,39	—0,48	—0,28	+0,83	—1,18	—0,03	—0,24
1879	—0,43	+0,56	+0,02	+0,04	—	—0,03	0,00	—0,19	—0,27	—0,63	—0,17	—0,80	—	—0,34	—1,34
1880	—0,42	—0,27	+0,16	+0,05	—	—0,22	+0,28	—0,10	—0,35	—0,28	—0,15	—0,82	—1,34	—0,17	—1,07
1881	—0,41	+0,01	—0,08	—0,28	—	—0,32	—0,11	—0,19	—0,11	—0,11	—0,23	—1,09	—0,98	—0,32	—1,18
1882	—0,30	—0,17	—0,17	—0,33	—0,10	—0,47	+0,27	—0,27	—0,10	—0,20	—0,27	—0,78	—1,13	—0,48	—1,07
1883	—0,17	+0,43	—0,40	—0,20	—0,20	+0,23	+0,13	—0,18	—0,07	—0,20	—0,48	—0,53	—0,63	—0,60	—1,13
1884	—0,13	+0,57	—0,67	—0,13	—0,07	—0,50	+0,60	+0,08	+0,08	—0,18	—0,47	—0,50	—1,57	—0,43	—0,43
1885	+0,37	+0,03	—0,33	—0,33	—0,20	+0,08	+0,47	0,00	+0,07	—0,23	—0,67	—0,70	—0,97	—0,38	—0,37
Mittel	**—0,24**	**+0,15**	**—0,12**	**—0,15**	**—0,14**	**—0,25**	**+0,15**	**—0,18**	**—0,18**	**—0,29**	**—0,33**	**—0,25**	**—1,16**	**—0,21**	**—0,28**
Im Winter (Dezember, dann Januar und Februar des folgenden Jahres)															
1875	—	+0,02	+0,87	—	—	—0,34	—	—	—0,03	—	—	+0,39	—	+0,58	+1,48
1876	+0,06	—0,17	—0,20	—	—	—0,63	—	—	+0,52	—0,08	—	+1,22	—	+0,18	+1,80
1877	+0,46	—0,10	+0,50	—0,29	—	—0,49	+0,28	—	+0,01	—0,08	+0,05	+1,43	—0,65	+0,14	+1,62
1878	0,00	+0,52	+0,09	—0,13	—	—0,34	+0,25	+0,12	+0,14	—0,14	+0,10	—0,33	—0,34	+0,40	—0,49
1879	—0,03	—0,05	+0,67	+0,09	—	+0,88	+0,16	+0,52	+0,25	—0,11	+0,29	—0,42	—0,58	+0,16	—0,39
1880	—0,21	+0,33	+0,40	—0,05	—	+0,10	+0,22	+0,33	+0,20	0,00	+0,45	—0,35	—0,77	+0,16	—0,49
1881	+0,23	—0,05	+0,08	+0,28	—	+0,03	+0,04	0,00	+0,04	—0,16	—0,19	—0,40	—0,58	+0,21	—0,24
1882	—0,17	—0,20	+0,43	—0,10	+0,20	—0,20	+0,37	+0,23	+0,23	0,00	0,00	—0,28	—0,97	0,00	—0,60
1883	+0,07	+0,20	+0,13	—0,17	+0,10	+0,50	+0,50	+0,28	+0,13	+0,10	0,00	—0,27	+0,20	—0,27	—0,27
1884	+0,27	+0,33	—0,07	—0,23	+0,20	+0,83	+0,43	+0,10	+0,27	—0,27	—0,27	—0,20	—1,03	0,00	+0,03
1885	Noch nicht veröffentlicht.														
Mittel	**+0,08**	**+0,08**	**+0,29**	**—0,08**	**+0,16**	**+0,08**	**+0,28**	**+0,22**	**+0,18**	**—0,08**	**+0,05**	**+0,08**	**—0,59**	**+0,16**	**+0,25**
Jahresmittel	**—0,20**	**+0,20**	**+0,11**	**—0,14**	**+0,07**	**—0,26**	**+0,17**	**—0,08**	**—0,11**	**—0,12**	**—0,22**	**—0,28**	**—0,97**	**—0,12**	**—0,36**

Schweizer Beobachtungen: Im Jahreszeitenmittel war das Tagesmittel der Lufttemperatur im Walde in 3 m Höhe höher (+) oder niedriger (—) als die Lufttemperatur im Freien (gemessen in 3 m Höhe) um folgende Grade Celsius.

Jahrgänge	Temperaturunterschied in 3 m Höhe			Temperaturunterschied in 3 m Höhe		
	Station **Interlaken** (Brückwald)	Station **Bern** (Löhrwald)	Station **Pruntrut** (Fahywald)	Station **Interlaken** (Brückwald)	Station **Bern** (Löhrwald)	Station **Pruntrut** (Fahywald)
	Im Frühlinge (März, April, Mai)			**Im Sommer** (Juni, Juli, August)		
1869	— 0,73	— 1,02	— 0,56	— 1,28	— 1,27	— 1,52
1870	— 0,47	— 0,67	— 0,34	— 0,87	— 0,90	— 1,35
1871	— 0,76	— 0,66	— 0,32	— 1,49	— 1,21	— 1,40
1872	— 0,55	— 0,73	— 0,49	— 1,36	— 0,42	— 1,45
1873	— 0,61	— 0,89	— 0,42	— 1,74	— 1,74	— 1,63
1874	— 0,94	— 1,25	— 0,52	— 1,83	— 1,46	— 1,61
1875	— 0,96	— 1,16	— 0,57	— 1,83	— 1,59	— 1,84
1876	— 0,80	— 1,09	— 0,29	— 1,91	— 1,16	— 1,49
1877	— 0,79	— 1,09	— 0,42	— 1,73	— 1,71	— 1,76
1878	— 0,96	— 1,21	— 0,62	— 1,76	— 1,50	— 1,90
1879	— 0,81	— 1,05	— 0,30	— 1,91	— 1,56	— 1,57
1880	— 0,90	— 1,23	— 0,18	— 1,94	— 1,55	— 1,22
Mittel	**— 0,77**	**— 1,02**	**— 0,42**	**— 1,64**	**— 1,84**	**— 1,56**
	Im Herbst (September, Oktober, November)			**Im Winter** (Dezember und Januar, Februar des folgenden Jahres)		
1869	— 0,81	— 1,09	— 0,99	+ 0,05	— 1,39	+ 0,10
1870	— 0,50	— 0,39	— 0,81	— 0,27	— 1,24	— 0,03
1871	— 0,88	— 0,23	— 0,69	— 0,10	— 1,63	— 0,03
1872	— 0,72	— 0,76	— 0,84	— 0,02	— 1,28	— 0,49
1873	— 0,93	— 0,93	— 0,92	— 0,68	— 0,98	— 0,17
1874	— 1,06	— 1,28	— 0,63	— 0,35	— 0,89	— 0,12
1875	— 1,06	— 0,93	— 1,23	— 0,84	— 1,04	0,00
1876	— 1,04	— 0,96	— 0,90	— 0,28	— 0,52	— 0,28
1877	— 1,09	— 0,94	— 0,84	— 0,43	— 0,36	— 0,79
1878	— 1,08	— 0,86	— 0,88	— 0,37	— 1,05	— 0,19
1879	— 0,97	— 0,76	— 1,08	— 0,33	— 2,12	0,00
1880	— 0,97	— 0,79	— 0,53	— 0,41	— 0,06	— 0,35
	— 0,92	**— 0,82**	**— 0,86**	**— 0,29**	**— 1,08**	**— 0,20**

Demnach ist zwar im Verlaufe des ganzen Jahres die Waldluft durchschnittlich von niedrigerer Temperatur als jene des freien Landes, aber dieser erkältende Einfluß tritt am stärksten im Hochsommer hervor, ist im Winter äußerst gering und hält im Frühjahr und Herbst beiläufig die Mitte zwischen beiden ein. Offenbar ist also die Verhinderung der direkten Insolation des Bodens während der langen Tagesdauer im Sommer in Verbindung mit der starken Verdunstung mittelst der Transspirationsvorgänge von mächtigerem Einfluß auf die Lufttemperatur, als die Abhaltung des Windes und die etwaige Abschwächung der nächtlichen Strahlung. Wenn daher der Wald auf großen Flächen vernichtet wird, so tritt die Wirkung dieser Veränderung hauptsächlich in einer Steigerung der Sommerhitze zu Tage, indem nun die ausgleichenden Zirkulationsströmungen zwischen der kühleren, spez. schwereren Waldluft und der heißeren, aufsteigenden Luft des freien Feldes hinwegfallen. Auch im Frühjahr und Herbst wird zwar eine derartige Ausgleichung noch stattfinden, indessen in geringerem Grade, während im Winter ein merkbarer Einfluß auf die mittlere Tagestemperatur vom Walde nicht zu erwarten ist. Uebrigens ist wohl zu beachten, daß die Resultate dieser Doppelstationen und ihrer Parallelbeobachtungen immerhin noch durch die meistens nur geringe Entfernung der Freistation von der Waldgrenze abgeschwächt werden, da sie teilweise, je nach der

Windrichtung selbst wieder unter dem Einflusse des Lokalklimas des Waldes stehen. Es zeigt sich dies u. A. bei den Stationen Hagenau, Mellerei und einigen bayerischen, welche bei Entfernungen von 700—1800 m schon beträchtlich höhere Differenzen der beiden verglichenen Temperaturen aufweisen. Man hat deshalb in Oesterreich begonnen, das System der sog. „Radialstationen" für das forstlich-meteorologische Netz in Anwendung zu bringen, wobei von einem größeren Waldkomplex ausgehend in bestimmt abgestuften Entfernungen nach verschiedenen Richtungen Stationen mit ähnlichen Parallelbeobachtungen wie die obigen angelegt werden.

In dem **Kronenraume des Waldes**, wo die Insolation unter Tages und die Abkühlung durch Strahlung bei Nacht sich viel stärker geltend macht als in der Nähe des Bodens, ist die Differenz der Tagesmittel während des ganzen Jahres eine geringere als die soeben besprochene. Im Winter beträgt sie meistens durchschnittlich wenig über oder unter 0°, im Sommer beiläufig die Hälfte der im obigen besprochenen.

Von großem theoretischen Interesse ist es außerdem, den Einfluß **des Waldes auf den täglichen Gang der Lufttemperatur** zu kennen, da sich hieraus die für die Mittel der Tagestemperatur gefundenen Gesetze am besten erklären. Da es sich hier um sehr große Zahlenmassen handelt, so übergehe ich die Besprechung der übrigen Beobachtungsnetze und füge nur die in C.° umgerechneten bayerischen und die württembergischen Resultate an:

Zu den verschiedenen Tageszeiten war die Waldluft kälter (—) oder wärmer (+) als jene des Freien

Im Mittel der Jahreszeiten	nachts (minim.)	morgens 8 Uhr	mittags (maxim.)	nachmittg. 5 Uhr	nachts (minim.)	morgens 7 resp. 9 Uhr	mittags (maxim.)	nachm. 4 resp. 6 Uhr
	nach den bayerischen Stationen				nach der württembergischen Station			
im Frühling	+ 0,50	— 1,22	— 1,61	— 1,38	+ 0,40	— 0,80	— 2,70	— 1,00
im Sommer	+ 1,90	— 2,00	— 3,95	— 2,12	+ 1,60	— 1,80	— 4,30	— 1,70
im Herbst	+ 2,38	— 0,50	— 1,53	— 0,79	+ 0,50	— 0,60	— 2,90	— 0,40
im Winter	+ 1,17	+ 0,51	— 0,69	— 0,61	— 0,10	— 0,20	— 1,50	— 0,50
im Jahresmittel	**+ 1,49**	**— 0,80**	**— 1,49**	**— 1,21**	**+ 0,60**	**— 0,85**	**— 2,85**	**— 0,90**

Da hier die Verminderung der Insolation und jene der Strahlung sich nicht gegenseitig kompensiert haben, so tritt die Rolle, welche das Kronendach des Waldes gegenüber diesen Faktoren spielt, hier viel deutlicher hervor. Während der Nacht überwiegt der Schutz gegen die Abkühlung der untersten Luftschichten durch Strahlung, zugleich kommt dann die Abgabe von Wärme mittelst Leitung von den tagsüber erwärmten Bäumen zur Geltung, so daß bei Nacht die Waldluft meistens wärmer ist, als jene des Feldes — ein Unterschied, der im Sommer am größten, im Winter und Frühling am kleinsten ist. Nach Sonnenaufgang beginnt schon die beschattende Wirkung der Blätter und Zweige die Temperatur zu ermäßigen, was sich bis zum Eintritt des Maximums noch steigert, um dann gegen Abend wieder schwächer zu werden. Im Sommer treten diese Erscheinungen begreiflicherweise am deutlichsten hervor, während sie im Winter sich innerhalb enger Grenzen bewegen.

§ 17. Nachdem sich schon bei diesen Betrachtungen gezeigt hat, daß es vorzüglich die täglichen Maximal- und Minimaltemperaturen sind, auf welche der Wald modifizierend einwirkt, so liegt der Schluß nahe, daß die **absoluten Extreme der Lufttemperatur** während des Jahres ganz besonders diesen Einfluß zum ziffermäßigen Ausdruck bringen müssen. Auch in praktischer Hinsicht handelt es sich, wenn von einem klimatischen

Einfluß der Wälder die Sprache ist, in der Regel nur um die Abstumpfung der Temperatur-Extreme, welche für die Vegetation ebenso schädlich sind, wie für die menschliche Gesundheit. Gerade die hohe Sommerwärme und tiefen Temperaturen der Winter sind der baumlosen Ebene und dem Karstgebirge besonders charakteristisch, sie begründen das kulturfeindliche Klima der Steppe und verhindern im Verein mit dem Mangel an Feuchtigkeit die Verbreitung und das Gedeihen aller Nutzpflanzen.

Um einen Einblick in die quantitative Wirkung, welche der Wald auf die Abminderung der Extreme ausübt, zu erhalten, habe ich die 11jährigen Beobachtungen des preußischen Netzes in bezug auf die Unterschiede zwischen den höchsten Sommertemperaturen der Wald- und Feldluft, sowie auf die Differenzen der tiefsten Wintertemperaturen (im Januar) berechnet und in der Tabelle auf Seite 34 u. 35 zusammengestellt. Als Gesamtresultat ergibt sich hieraus nachstehender Unterschied zwischen Wald- und Feldluft in Celsius-Graden.

in bezug auf die	höchste Julitemperatur			niedrigste Januartemperatur		
beträgt	im Gesamt-Durchschnitte	höchste Differenz	niedrigste Differenz	im Gesamt-Durchschnitte	höchste Differenz	niedrigste Differenz
bei dem preußischen Beobachtungsnetz						
a. bei 1,5 m über dem Boden	— 3,26	— 6,50	— 0,5	+ 1,50	+ 2,70	0,00
b. in der Baumkrone	— 2,23	— 4,90	+ 0,2	+ 1,80	+ 3,10	0,30
bei dem bayerischen Beobachtungs-Netz						
a. in Brusthöhe	— 4,23	— 5,30	— 3,00	+ 0,78	+ 2,10	— 0,50
bei den württembergischen Beobachtungen						
a. bei 1,5 m über dem Boden	—	— 4,70	—	—	+ 1,60	—
b. in der Baumkrone	—	— 3,10	—	—	—	—

Hiernach beträgt selbst im Durchschnitte vieljähriger, zahlreicher Beobachtungen die Abstumpfung der höchsten Julitemperatur 3¼° bis 4¼° C., also so viel wie oben von Woeikof als Unterschied der Julitemperatur zwischen den waldlosen und bewaldeten Ländern Indiens angegeben wurde. Wenn also in Deutschland an einzelnen heißen Tagen solche Differenzen zwischen Wald- und Feldluft vorkommen, so ist es nicht zu wundern, daß unter den Tropen, wo die nächtliche Abkühlung im Freien eine geringere ist, solche Differenzen im Monatsmittel vorhanden sein können. Welchen Einfluß übrigens die geographische Lage auf diese mäßigende Wirkung des Waldes ausübt, zeigt die Vergleichung der einzelnen Stationen: In der Kiefernkultur auf der Lüneburger Haide (Lintzel), sowie in Westfriesland (Schoo) in Eberswalde, sowie in Ostpreußen (Kurwien und Fritzen) fand nur eine unbedeutende Abschwächung der höchsten Julihitze statt, vermutlich erstreckt sich der Einfluß des Seeklimas noch auf diese Stationen. In Karlsberg (Schlesien) scheint das nach Norden vorliegende Massiv des Heuscheuergebirges die Freistation vor stärkerer Abkühlung zu schützen, während umgekehrt lokale Einflüsse in Friedrichsrode ungewöhnlich hohe Differenzen der Maxima hervorbringen, wie überhaupt die Stationen im Binnenlande eine konstante und starke Einwirkung des Waldes auf die Temperatur zeigen. Wahrscheinlich hat die herrschende Windrichtung einen großen Einfluß auf diese Verhältnisse und es ist daher der Versuch Rivolis, die Abweichungen mit der thermischen Windrose in Zusammenhang zu bringen eine beachtenswerte Berechtigung. Auf diese Weise würden sich namentlich die Abschwächungen der Winterkälte, wie sie die folgende Tabelle zeigt, besser erklären lassen; z. B. kann man daraus nur entnehmen, daß die Waldluft in 1,5 m Höhe die Schwankungen der winterlichen Extreme nicht mitmacht, sondern um 1,5°—3,00° wärmer bleibt und zwar in dem Kronenraum noch mehr als in Brusthöhe.

In wiefern aber die Holzarten und die Bestandsbeschaffenheit die Luftwärme im Walde beeinflussen, ergibt sich, wenn man das Mittel für Buchen, Fichten und Kiefern aus dieser Tabelle zieht,

	es ist dann die höchste Julitemperatur	die kälteste Januartemperatur
in den Buchenbeständen	kälter um 4,65° C.	wärmer um 1,18° C.
„ „ Fichtenbeständen	„ „ 2,56° „	„ „ 2,38° „
„ „ Kiefernbeständen	„ „ 2,30° „	„ „ 1,18° „

Beobachtungs-Ergebnisse der Stationen des preußischen Beobachtungsnetzes und der und niedrigsten Lufttemperaturen

Jahr und Monat	Fritzen		Kurwien		Karlsberg		Eberswalde		Schmiedefeld		Friedrichsrode		Sonnenberg		Marienthal	
	bei 1,5 m	Baumkrone	bei 1,5 m	Baumkrone	bei 1,5 m	Baumkrone	bei 1,5 m	Baumkrone	bei 1,5 m	Baumkrone	bei 1,5 m	Baumkrone	bei 1,5 m	Baumkrone	bei 1,5 m	Baumkrone
Juli	Unterschied der absoluten Maxima der Lufttemperatur															
1875	—	—	—	—	—0,6	—0,4	—	—	—	—	—8,1	—6,9	—	—	—	—
1876	—2,6	—2,1	—0,8	+2,0	+0,5	+0,8	—1,9	—	—	—	—6,5	—5,1	—	—	—	—
1877	—2,7	—2,4	—1,1	+3,2	+0,2	+0,3	—0,8	—1,2	—	—	—8,8	—7,3	—2,0	—1,1	—	—
1878	—5,4	—5,0	—1,2	+4,6	—1,0	0,0	—1,9	—2,0	—	—	—6,6	—5,0	—3,5	—2,2	—4,9	—3,9
1879	—3,3	—3,1	—1,6	+0,5	—0,7	—0,1	—2,1	—1,3	—	—	—5,9	—4,3	—3,3	—1,8	—4,9	—4,1
1880	—3,8	—3,5	—1,5	—1,1	—1,4	+1,0	—1,9	—1,2	—	—	—4,1	—2,6	—2,0	—1,4	—4,7	—2,9
1881	—2,3	—2,1	—1,8	—1,7	—1,4	—0,1	—1,6	—1,2	—	—	—5,0	—3,9	—1,7	—1,3	—3,2	—1,6
1882	—3,2	—3,0	—1,8	—1,8	—3,3	—1,8	—1,0	—1,2	—1,7	—1,2	—7,8	—5,6	—1,1	—0,2	—3,2	—2,5
1883	—2,0	—1,8	—2,0	+0,5	—1,4	+0,2	—2,8	—2,4	—2,4	—1,7	—8,5	—6,9	—2,0	—1,0	—5,1	—4,2
1884	—4,3	—3,5	—2,5	—2,4	—3,5	—1,6	—2,7	—1,5	—1,6	—1,0	—4,6	—1,6	—1,6	—0,4	—5,4	—3,5
1885	—3,4	—2,5	—2,5	—2,0	—4,0	—0,7	—3,4	—2,8	—2,6	—1,7	—5,9	—5,2	—1,8	—1,1	—5,3	—3,8
Mittel	—3,3	—2,9	—1,7	+0,2	—1,5	—0,2	—2,0	—1,6	—2,1	—1,4	—6,5	—4,9	—2,1	—1,2	—4,6	—3,3
Jan.	Unterschied der absoluten Minima der Lufttemperatur															
1876	+1,2	+1,5	+0,5	+0,1	+2,8	+3,6	+0,7	—	—	—	+4,0	+3,0	—	—	—	—
1877	+1,2	+1,0	—0,8	+0,5	+4,7	+4,6	—0,4	—0,8	—	—	—1,0	—1,0	—	—	—	—
1878	+0,8	+0,7	+2,4	+4,8	+1,4	+2,5	+0,2	+0,6	—	—	—0,1	+0,9	+4,9	+5,3	—	—
1879	+0,3	+1,0	+3,4	+3,8	+3,3	+3,7	+2,1	+1,9	—	—	+1,5	+1,6	+3,7	+3,5	+2,9	+4,5
1880	+2,2	+2,4	+2,9	+1,7	+2,5	+2,4	+1,8	+1,8	—	—	+4,0	+4,0	+2,7	+2,5	+3,6	+4,2
1881	+2,9	+2,2	+2,4	+3,7	+3,1	+3,7	+2,0	+1,7	—	—	+3,8	+4,4	+6,0	+5,9	+5,1	+5,0
1882	+0,8	+1,2	+2,5	+2,2	+2,3	+2,6	+2,2	+2,5	+2,9	+3,2	+0,5	+1,2	+3,4	+3,3	+0,8	+1,3
1883	+1,9	+2,1	+1,5	+1,1	+2,5	+1,8	+1,0	0,0	+1,5	+1,7	—0,3	—0,8	+1,2	+0,9	+0,5	+1,3
1884	+0,8	+1,1	+2,4	+3,0	+3,1	+2,4	+0,8	+1,1	+2,5	+3,2	+1,6	+1,9	+1,2	+1,4	+0,5	+0,3
1885	+3,7	+4,0	+0,6	+1,0	+1,5	+1,6	+1,4	+0,9	+1,2	+1,3	+3,3	+2,9	+2,4	+2,3	+2,1	+4,1
Mittel	+1,6	+1,7	+1,8	+2,2	+2,7	+2,9	+1,2	+1,1	+2,0	+2,3	+1,7	+1,8	+3,2	+3,1	+2,2	+3,0

§ 18. Von nicht zu unterschätzender Bedeutung, namentlich für die Feuchtigkeitsverhältnisse ist ferner die Einwirkung, welche der geschlossene Wald auf die Bodentemperatur ausübt. Da aber der Boden selbst sich in seinen verschiedenen Schichten sehr langsam unter dem Einfluß der Sonne erwärmt, so kann nur eine beständige Beobachtung der Erdwärme in verschiedenen Tiefen hierüber Aufschluß geben. Da sich die Anführung des außerordentlich großen Zahlenmateriales des preußischen Beobachtungsnetzes hier durch die Rücksicht auf den Raum verbietet, so mögen nur die Differenzen, wie ich sie aus den schweizerischen Beobachtungen berechnete, hier Platz finden (S. Tabelle Seite 36).

Aus diesen Beobachtungsresultaten und den gleichzeitig angegebenen bairischen und württembergischen lassen sich folgende allgemeine Schlüsse in bezug auf die Einwirkung, welche geschlossene Holzbestände auf den Gang der Temperatur des Bodens ausüben, ableiten:

Die jährlichen Mitteltemperaturen in den verschiedenen Bodenschichten sind an einem und demselben Orte nahezu gleich mit Ausnahme der Oberfläche, dagegen ist die

als die Luft im Freien in gleicher Höhe am gleichen Tage.

Demnach übt der geschlossene Buchenwald im Hochsommer einen beträchtlich größeren Einfluß auf die Herabminderung der Extreme der Lufttemperatur aus, als der Fichten- und Kiefernwald; dagegen ist seine Einwirkung nach dem Blattabfall fast genau nur jenem des Kiefernwaldes gleich und nur halb so stark als jener des Fichtenwaldes.

thüringischen, braunschweigischen und elsaß-lothringischen Stationen über die höchsten im Freien und im Walde.

Lintzel	Habersleben		Schoo		Lahnhof		Hollerath		Hagenau		Neumath		Melkerei	
bei 1,5 m	bei 1,5 m	Baumkrone	bei 1,5 m	Baumkrone	bei 1,5 m	Baumkrone	bei 1,5 m	Baumkrone	bei 1,5 m	Baumkrone	bei 1,5 m	Baumkrone	bei 1,5 m	Baumkrone
im Juli zwischen Wald und Freiem.														
—	—	—	—	—	—	—	—5,5	—5,0	—4,2	—	—3,8	—1,8	—2,2	—3,2
—	—	—	—	—	—	—	—1,5	—1,5	—3,8	—1,3	—3,5	—2,7	—2,4	—2,2
—	—6,2	—4,6	—2,0	—0,5	—3,6	—2,8	—3,7	—3,5	—6,1	—2,6	—5,0	—3,9	—1,6	—2,3
—	—3,3	—2,6	—1,2	—0,3	—4,2	—3,4	—3,6	—2,2	—6,2	—1,8	—5,8	—3,8	—6,3	—6,2
—	—3,5	—0,5	—2,2	—1,0	—4,5	—3,9	—4,4	—3,7	—6,0	—0,4	—5,2	—3,1	—4,8	—4,7
—	—5,1	—1,4	—1,6	—1,0	—3,6	—2,9	—4,4	—3,7	—6,4	—1,9	—7,8	—6,1	—3,0	—2,2
—	—3,5	—1,4	—1,6	—1,1	—2,6	—2,2	—2,9	—1,7	—5,9	—1,7	—3,8	—1,7	—5,3	—5,7
+0,9	—4,1	—2,8	—2,6	—1,0	—1,9	—1,3	—3,3	—3,1	—6,8	—0,1	—5,5	—3,5	—4,3	—4,2
+0,3	—3,1	—1,0	—0,8	—0,2	—3,7	—3,0	—5,4	—4,9	—6,0	—3,1	—4,9	—3,2	—5,8	—5,7
—1,2	—5,1	—2,8	—0,7	0,0	—4,0	—3,0	—3,2	—3,3	—5,4	—1,3	—2,7	—1,2	—5,2	—4,7
—1,8	—4,6	—3,2	—0,3	+1,0	—4,6	—4,5	—4,4	—3,5	—5,9	—3,4	—4,1	—2,6	—5,0	—5,1
—0,5	—4,3	—2,3	—1,6	—0,5	—3,6	—3,0	—3,8	—3,3	—5,7	—1,8	—4,7	—3,1	—4,2	—4,2
im Januar zwischen Wald und Freiem.														
—	+2,0	+4,0	—	—	—	—	+3,5	+2,5	+0,8	—	+0,8	+1,0	+2,2	+2,7
—	+0,1	+1,4	+0,4	—0,3	—	—	+3,0	+2,6	+0,9	+0,3	0,0	—0,2	+3,1	+5,1
—	—0,5	+2,2	+1,1	+0,2	+2,0	+1,5	+5,0	+4,6	+1,2	+2,6	—1,8	—1,3	+3,0	+4,9
—	—1,3	—0,6	+1,1	+0,4	+2,9	+2,5	+2,5	+2,6	+2,7	+2,8	+0,1	0,0	—1,6	+0,7
—	+0,3	+0,4	+2,3	+1,6	+4,2	+3,8	+1,7	+1,5	+2,1	+0,8	—0,7	0,0	—2,1	+0,4
—	+1,9	+2,5	+1,7	+2,2	+4,8	+3,8	+2,7	+2,1	+4,4	+5,4	+0,2	+1,2	+0,1	+0,8
+0,2	+0,7	+1,9	+0,8	+0,7	+0,2	+0,1	+2,0	+0,6	+0,7	—0,1	+0,7	+0,9	+1,3	+1,4
+0,2	+0,1	+1,1	+0,2	+0,1	+2,0	+0,9	+1,7	+0,9	+0,6	—1,5	—0,1	+0,1	+0,8	+0,6
0,0	—0,1	+0,6	+1,2	+1,2	—0,4	—0,2	+0,1	—0,2	+3,2	+1,5	+0,2	—0,4	+1,5	+1,5
+0,1	+0,5	+2,7	+0,6	+0,2	—1,6	—1,3	+1,9	+1,3	+0,4	—1,7	+0,9	—1,2	+1,4	+1,1
+0,1	+0,4	+1,6	+1,1	+0,7	+1,8	+1,4	+2,4	+1,9	+1,7	+1,1	+0,0	+0,3	+1,0	+1,9

mittlere Jahrestemperatur des Waldbodens in allen Bodenschichten niedriger als jene im Freien. Die größten Differenzen gegenüber dem Freien, nemlich 2,5 bis 3° C. zeigt in der 12jährigen Beobachtungsreihe der Boden in einem geschlossenen Fichtenbestande, während die Differenzen im Buchenbestande nur 1,5—2° C., im Lärchenbestande nur 0,7 bis 2,4° C. betragen — also in den sommergrünen Holzarten erheblich geringer sind. Was das Verhalten in den einzelnen Jahreszeiten betrifft, so nimmt im Frühjahre die Bodentemperatur von oben nach unten im allgemeinen ab, der Waldboden ist dann durchgehends kälter als derjenige des freien Landes, während im Sommer diese Differenz ihr Maximum erreicht und am größten im geschlossenen Fichtenbestande, kleiner im Buchenwalde, am geringsten im Lärchenbestande ist. Im Sommer übt daher der Wald, wie in bezug auf die Luft, so auch den bedeutendsten Einfluß auf die Ermäßigung der Bodentemperatur aus. Im Herbste nimmt dagegen die Wärme im Boden von der Oberfläche nach der Tiefe zu, aber die Differenzen zwischen Waldboden und Ackerland werden geringer. Im

Die Temperatur des Waldbodens war um folgende Grade (Cels.) niedriger (—) oder höher (+) als jene des Bodens im Freien.

Stationen	Differenzen der Bodentemperatur-Mittel zwischen Freiem und Wald				
	An der Oberfläche	in 0,3 m Tiefe	in 0,6 m Tiefe	in 0,9 m Tiefe	in 1,2 m Tiefe
A. Schweizer Beobachtungen.					
In der mittleren Jahrestemperatur (nach 12jährigem Durchschnitte 1869—1880).					
Interlaken (50jähr. Lärchen) . .	—2,84	—1,41	—0,77	—0,69	—0,94
Bern (40jähr. Fichten	—2,15	—2,53	—2,77	—3,04	—2,84
Pruntrut (50—60jähr. Buchen) .	—2,40	—1,50	—1,39	—1,51	—1,54
In den einzelnen Jahreszeiten (nach 12jährigem Durchschnitte).					
I. Im Frühling (März, April, Mai).					
Interlaken	—2,93	—1,55	—0,41	—0,33	—0,40
Bern	—3,28	—3,58	—3,59	—3,53	—2,96
Pruntrut	—2,46	—1,27	—1,06	—1,01	—1,04
II. Im Sommer (Juni, Juli, August).					
Interlaken	—4,53	—3,04	—2,05	—2,01	—1,92
Bern	—3,80	—4,87	—5,46	—5,85	—5,52
Pruntrut	—5,13	—3,25	—2,96	—3,43	—3,99
III. Im Herbst (September, Oktober, November).					
Interlaken	—1,87	—1,47	—1,21	—1,08	—1,46
Bern	—1,50	—1,97	—2,28	—2,78	—2,87
Pruntrut	—1,88	—1,39	—1,47	—1,71	—1,87
IV. Im Winter (Dezember und Januar, Februar des folgenden Jahres).					
Interlaken	0,00	+0,44	+0,57	+0,63	+0,03
Bern	—0,06	+0,27	+0,23	0,00	+0,01
Pruntrut	—0,13	—0,06	—0,08	+0,10	—0,30
B. Württembergische Beobachtungen (1883/84) zu St. Johann, Fichtenwald.					
im Frühjahre	—2,0	—1,4	—1,6	—1,4	—1,1
im Sommer	—3,1	—3,3	—3,5	—3,6	—3,3
im Herbst	—0,8	—1,1	—1,8	—1,8	—2,0
im Winter	0,0	+0,3	—0,4	—0,2	—0,2
im Jahresmittel	—1,5	—1,4	—1,8	—1,7	—1,6
C. Bayerische Beobachtungen, Gesamtdurchschnitt pro 1868/69.					
im Frühjahre	—2,54	—2,02	—2,00	—1,71	—1,48
im Sommer	—3,91	—4,16	—4,36	—4,03	—3,96
im Herbst	—1,26	—1,80	—1,58	—1,82	—1,98
im Winter	—0,26	+0,18	+0,10	—0,05	—0,18
im Jahresmittel	—1,99	—1,82	—1,96	—1,90	—1,90

Winter findet ebenfalls eine Zunahme der Bodenwärme mit der Tiefe statt, jedoch hat der Waldboden nahezu die gleiche Temperatur, wie jener des freien Landes oder er ist um ca. einen halben Grad wärmer als letzterer. Hieraus folgt also, daß der Kronenschirm des Waldes in dieser Jahreszeit nur sehr wenig Einwirkung auf die Bodentemperatur ausübt, analog wie dies oben hinsichtlich der Luftwärme nachgewiesen wurde. Der Einfluß der Belaubung macht sich demnach besonders im Frühjahre, Sommer und Herbst bemerkbar, namentlich verhindern die immergrünen Nadelhölzer (Fichten) gegenüber den im Frühjahre noch kahlen Lärchen und Buchen eine direkte Insolation des Bodens, so daß bis tief in den Sommer hinein der Boden des Fichtenwaldes auffallend kalt ist.

Von allgemeiner Bedeutung werden diese Resultate dann, wenn man sich vergegenwärtigt, daß in den meisten Gegenden Deutschlands 1/4 bis 1/3 der ganzen Bodenoberfläche,

im ganzen nahezu 14 Millionen ha in dieser Weise durch ihre Temperatur-Verschiedenheiten modifizierend auf die sommerlichen Extreme der durch die Insolation hervorgebrachten Wärme einwirken. Namentlich in den Hoch- und Mittelgebirgen, wo die Felsen und das nackte Gestein bei Entwaldungen der Sonneneinwirkung ohne Schutz preisgegeben sind, oder bei wasserarmen Sandböden des Tieflandes wird daher eine um 4½—5° C. höhere Mitteltemperatur des Bodens auf das Lokalklima einen sehr bemerkbaren Einfluß ausüben. Daß aber der Unterschied zwischen den höchsten Bodentemperaturen des Waldes und Feldes bis auf 6° ja selbst 7,8° C. steigen kann, haben die Beobachtungen in Württemberg bewiesen[61]).

§ 19. Eine wesentliche Verstärkung erhalten die im bisherigen betrachteten Faktoren durch die Mitwirkung, welche die Temperaturverschiedenheit des Holzbestandes auf die durchstreichenden Luftschichten ausübt. Eine Luftströmung, welche die Erdoberfläche berührt, wird durch den 20—30 Meter hohen Raum zwischen den Baumkronen und dem Boden des Waldes durchziehend mit den Stämmen, Zweigen, Blattorganen in häufige Berührungen kommen und deshalb von deren Temperatur um so mehr beeinflußt, je größer der Unterschied zwischen beiden ist. Man hat deshalb in den forstlich-meteorologischen Beobachtungsnetzen auch die Temperatur der Bäume gemessen und gefunden, daß dieselbe während der Vegetationszeit stets kälter ist als die umgebende Luft, dagegen im Winter zuweilen etwas wärmer sein kann als letztere. Nach den von Prof. Dr. Ebermayer veröffentlichten Resultaten waren im Gesamtdurchschnitt des Jahres 1868/69 die Bäume um folgende Grade C. kälter als die Luft

	im Frühjahr	im Sommer	im Herbst	im Winter	im Jahresmittel
auf Brusthöhe	1,26°	1,75°	0,66°	1,27°	1,23°
in der Baumkrone	0,82°	1,17°	0,37°	0,40°	0,69°

Einen genaueren Einblick giebt die 12jährige Beobachtungsreihe der schweizerischen Stationen, deren Differenzen ich berechnet und auf folgender Seite zusammengestellt habe.

Auch diese Beobachtungen beweisen, daß im Sommer die größte Abweichung der Baumtemperatur von der Luftwärme stattfindet und zwar im Mittel um 3—4° C., also erheblich mehr als nach den Beobachtungen in Bayern. Insbesondere bei der Buche und Lärche tritt der Einfluß der Belaubung im Sommer sehr deutlich hervor, indem sich die Differenz gegenüber dem Frühling und Herbst fast verdoppelt, während die Fichte schon im Frühjahr sehr kalt ist. Im Jahresmittel beträgt der Unterschied im Durchschnitte:

bei der Lärche (Interlacken) . . . 1,69° C.
„ „ Fichte (Bern) . . . . . 2,66° „
„ „ Buche (Pruntrut) . . . 1,62° „

während Prof. Dr. Ebermayer folgende Unterschiede fand:

bei der Weißtanne (Duschlberg) . 1,12° C.
„ „ Fichte (Seeshaupt) . . . 0,67° „
„ „ Eiche (Rohrbrunn) . . . 1,67° „
„ „ Buche „ . . . 1,40° „
„ „ „ (Johanneskreuz) . 1,20° „
„ „ „ (Ebrach) . . . . 0,45° „
„ „ Kiefer (Altenfurth) . . . 2,07° „

In bezug auf den täglichen Gang der Baumtemperatur haben die obigen Untersuchungen gezeigt, daß im allgemeinen die Bäume unter tags kälter, bei Nacht aber nur unwesentlich kälter häufig aber wärmer sind, als die umgebende Luft, wobei die unteren Stammteile meistens infolge des aufsteigenden Saftes sich der Temperatur des Bodens

61) Dr. Th. Nördlinger „Einfluß des Waldes“ S. 71.

Die Baumtemperatur in Brusthöhe war um folgende Grade (C°) kälter (—) oder wärmer (+) als die Lufttemperatur in 3 m Höhe außerhalb des Waldes.

Schweizer Beobachtungen.

Jahr	Station Interlacken (Lärche)	Station Bern (Fichte)	Station Pruntrut (Buche)	Station Interlacken (Lärche)	Station Bern (Fichte)	Station Pruntrut (Buche)
	Im Frühling (März, April, Mai)			**Im Sommer** (Juni, Juli, August)		
1869	— 1,94	— 2,40	— 1,31	— 2,97	— 3,56	— 3,23
1870	— 2,37	— 3,45	— 1,46	— 2,86	— 3,94	— 3,15
1871	— 2,25	— 3,68	— 1,60	— 3,04	— 4,39	— 3,06
1872	— 2,07	— 3,47	— 1,56	— 3,13	— 3,86	— 2,82
1873	— 1,75	— 3,21	— 1,20	— 3,64	— 4,89	— 3,70
1874	— 2,30	— 3,55	— 1,85	— 3,86	— 4,29	— 3,72
1875	— 2,98	— 3,97	— 2,33	— 3,54	— 4,06	— 3,15
1876	— 1,70	— 3,16	— 1,54	— 4,02	— 3,98	— 3,37
1877	— 1,89	— 3,29	— 1,30	— 3,67	— 4,33	— 3,29
1878	— 2,20	— 3,19	— 1,56	— 2,92	— 3,76	— 3,27
1879	— 1,71	— 3,21	— 1,17	— 2,77	— 4,04	— 2,75
1880	— 2,17	— 3,91	— 1,33	— 3,64	— 4,11	— 2,75
12jähr. Mittel	— 2,11	— 3,37	— 1,52	— 3,34	— 4,06	— 3,18
	Im Herbst (September, Oktober, November)			**Im Winter** (Dezember, Januar, Februar)		
1869	— 1,08	— 2,27	— 1,78	— 0,05	— 0,97	+ 0,75
1870	— 1,05	— 2,18	— 1,68	— 0,46	+ 0,38	+ 1,06
1871	— 0,82	— 1,85	— 1,07	— 0,63	+ 0,02	+ 1,16
1872	— 1,26	— 2,72	— 1,68	— 0,33	— 1,30	— 0,70
1873	— 0,88	— 1,68	— 1,62	— 0,44	— 0,89	— 0,86
1874	— 0,99	— 2,87	— 1,92	— 0,13	— 0,91	— 0,13
1875	— 0,72	— 2,26	— 1,60	— 0,29	— 1,12	— 0,08
1876	— 1,18	— 2,53	— 1,84	— 0,34	— 1,30	— 1,31
1877	— 0,74	— 2,55	— 1,62	— 0,46	— 1,27	— 1,23
1878	— 1,12	— 2,16	— 1,54	— 0,37	— 1,07	— 1,14
1879	— 0,63	— 1,90	— 0,87	— 0,20	— 1,69	— 0,40
1880	— 1,12	— 2,06	— 0,97	— 0,69	— 1,27	— 0,62
12jähr. Mittel	— 0,96	— 2,25	— 1,51	— 0,36	— 0,95	— 0,29

nähern, die oberen Partieen aber mehr jener der Luft. Je dicker die Stämme sind, desto weiter bleibt ihre Wärme hinter den Extremen der Lufttemperatur zurück.

2. Einwirkung der Wälder auf den Feuchtigkeitsgrad der Luft und auf den Kreislauf des Wassers.

§ 20. Die atmosphärische Luft enthält überall und stets eine ihrer Größe nach sehr veränderliche Menge von Wasser in Gasform aufgelöst. Da Wassergas ein koërzibles Gas ist, so gilt für dasselbe das Mariotti'sche Gesetz nur so lange, als das Maximum seiner Dichtigkeit nicht erreicht ist und es kann deshalb bei einer bestimmten Temperatur in einem bestimmten Raume nur ein gewisses Maximum Wassergas enthalten sein, welches nicht überschritten werden kann, ohne daß der Ueberschuß zu tropfbar flüssigem Wasser kondensiert wird. Die Physiker haben auf experimentellem Wege für jeden Temperaturgrad die größte mögliche Spannkraft und Dichte des Wasserdampfes bestimmt und da Luft und Wasserdampf gegenseitig keinen Druck auf einander ausüben, so gelten diese Angaben auch für den in der Atmosphäre enthaltenen Wasserdampf. Man weiß also, daß z. B. bei einer Temperatur von 0° der in der Luft in maximo enthaltene Wasserdampf einen Druck von 4,53 mm auf die Quecksilbersäule des Barometers ausübt und daß dann in 1 cbm Luft 5,4 Gramm Wasser enthalten sind, ebenso entspricht jedem Temperaturgrade eine gewisse

Maximaltension und Dichtigkeit des Wassergehaltes, welche man als „Sättigungspunkt" bezeichnet. Da aber nicht jede Luft mit Wasserdunst gesättigt ist, sondern mit zunehmender Wärme sich von diesem Punkte wieder entfernt, also scheinbar trockener wird, so unterscheidet man 1) den absoluten Feuchtigkeitsgehalt, welcher die wirklich z. B. vorhandene Menge Wassergases und zwar durch ihre Tension auf die Quecksilbersäule in Millimetern ausdrückt (den sog. „Dunstdruck") und 2) die relative Feuchtigkeit oder das Prozentverhältnis, in welchem der thatsächlich vorhandene zu dem nach Temperatur und Druck möglichen, maximalen Wasserdampfgehalt der Luft (letzterer = 100) steht. Diese Unterscheidung muß in den nachfolgenden Erörterungen streng festgehalten werden, da nur auf diese Weise ein Einblick in die Wirkung des Waldes auf die Feuchtigkeitsverhältnisse gewonnen werden kann.

Aehnlich wie dies schon bei der Besprechung der Temperaturverhältnisse betont wurde, so hängen auch die Luftfeuchtigkeit und die damit im Zusammenhange stehenden atmosphärischen Niederschläge von großen Vorgängen, die das solare Klima bedingen, in erster Linie ab. Namentlich ist es die Verteilung der Wärme und des Luftdruckes über dem atlantischen Ozean, welche die Stärke und Richtung der dunstbeladenen Luftströmungen bestimmen und so dem Innern unseres Kontinentes in mehr oder weniger regelmäßiger Periodizität stets neue atmosphärische Feuchtigkeit zuführen. Obgleich aber diese Vorgänge hauptsächlich von dem scheinbaren Stand der Sonne abhängig sind, so verlaufen sie doch durchaus nicht mit jener Regelmäßigkeit, die man bei dem mathematisch genau bekannten Gang desselben erwarten sollte, vielmehr lehrt uns jeder Tag, daß Unbeständigkeit und Unregelmäßigkeit den Verlauf der Witterungserscheinungen charakterisieren. Gerade in bezug auf den Gang der Luftfeuchtigkeit machen sich die klimatischen Modifikatoren der Terraingestaltung, der Verteilung von Wasser und Land so wie der Bodenbedeckung besonders bemerkbar und es kann sich also im folgenden nur darum handeln, die modifizierende Einwirkung des mit Wald bedeckten Landes auf die Kondensation und die Wiederverdunstung des meteorischen Wassers näher zu betrachten.

Wie in § 14 gezeigt wurde, ist die Luft im Walde während des Sommers im Tagesmittel um durchschnittlich 1—2° C. kühler als im Freien, während diese Differenz der Maximaltemperatur in Buchenbeständen mehr als 4½° C. ausmacht, außerdem besteht zwischen der Mitteltemperatur des Bodens und des Holzkörpers der Bäume gegenüber der mittleren Lufttemperatur eine Differenz, welche im allgemeinen mit der Höhe der Sommerwärme wächst. Hieraus folgt also, daß eine Luftströmung, welche durch einen geschlossenen Wald streicht, ihrem Sättigungspunkte näher gebracht d. h. relativ feuchter wird. War aber diese Luft bereits zuvor schon gesättigt, so scheidet sich bei dieser Abkühlung tropfbar flüssiges Wasser aus, so enthält z. B. eine gesättigte Luft von 15° C. pro kg 10,9 Gramm Wasserdampf, wenn sie aber um 4° C. abgekühlt wird, nur noch 8,3 gr und es wurden 2,6 gr oder 24% des gesamten Feuchtigkeitsgehaltes kondensiert — ja schon bei einer Temperaturerniedrigung von 15° auf 14° C. beträgt die Kondensation 0,7 gr von 1 kg Luft oder 6%. Die Waldbestände wirken daher während der Vegetationszeit als Kondensatoren auf die Luftfeuchtigkeit, indem sie gesättigten Luftströmungen Wasser entziehen und ihren absoluten Feuchtigkeitsgehalt (Dunstdruck) herabmindern, den relativen dagegen erhöhen, wozu noch die Vermehrung der Luftfeuchtigkeit durch die Transspiration der Blätter und Nadeln hinzutritt. Diese Erhöhung der relativen Feuchtigkeit findet überhaupt bezüglich aller vom Sättigungspunkt noch entfernten Luftströmungen im Walde statt, weshalb unserem Gefühle die Waldluft in der Regel feuchter erscheint, wie auch die Hygrometer im Walde fast stets einen höheren Prozentsatz der Sättigung anzeigen als auf freiem Felde. Im Winterhalbjahre dagegen, wo die Temperaturdifferenzen sehr geringe sind, kann auch die kondensierende Wirkung des Holzbestandes nicht groß sein und sich nur bei raschem Temperaturwechsel be-

merkbar machen. Um die Einwirkung der Waldbestockung auf die Luftfeuchtigkeit zu zeigen, führe ich hier die Resultate der Parallel-Beobachtungen von 16 forstlich-meteorologischen Stationen an, wie ich sie aus den Publikationen Prof. Dr. Müttrichs pro 1884/85 berechnet habe:

Die Waldluft in 1,5 m Höhe zeigte eine größere (+) oder kleinere (—) Feuchtigkeit als die Luft im Freien.

Stationen und Bestandesart	Relative Feuchtigkeits-Diff.					Dunstdrucks-Differenz				
	im Frühjahr	im Sommer	im Herbst	im Winter	im Jahresmittel	im Frühjahr	im Sommer	im Herbst	im Winter	im Jahresmittel
	Prozente					Millimeter				
I. In den Buchenbeständen										
Friedrichsrode	— 7	+ 9	+ 1	— 1	+ 0,5	— 1,1	0,0	— 0,3	0,0	— 0,35
Marienthal	— 1	+ 8	+ 5	+ 1	+ 3,2	— 0,2	— 0,4	0,0	0,0	— 0,15
Hadersleben	0	+ 7	+ 3	0	+ 2,5	0,0	— 0,1	0,0	0,0	— 0,02
Lahnhof	+ 3	+ 9	+ 8	+ 4	+ 6,0	— 0,1	— 0,1	+ 0,2	+ 0,1	— 0,02
Neumath	+ 3	+ 10	+ 5	+ 1	+ 4,8	+ 0,2	+ 0,6	+ 0,1	0,0	+ 0,22
Melkerei	+ 4	+ 9	+ 5	+ 4	+ 5,5	0,0	— 0,3	0,0	+ 0,1	— 0,05
Mittel für Buchen	+ 0,3	+ 8,7	+ 4,5	+ 1,5	+ 3,8	— 0,20	— 0,05	0,00	+ 0,03	— 0,06
II. In den Fichtenbeständen										
Fritzen	+ 5	+ 8	+ 5	+ 1	+ 4,8	0,0	— 0,2	0,0	— 0,1	— 0,08
Karlsberg	+ 9	+ 11	+ 7	+ 6	+ 8,2	0,0	+ 0,3	+ 0,1	+ 0,1	+ 0,12
Schmiedefeld	+ 5	+ 5	+ 4	+ 2	+ 4,0	+ 0,1	— 0,1	0,0	0,0	0,00
Sonnenberg	+ 9	+ 7	+ 7	+ 6	+ 7,2	0,0	— 0,1	0,0	0,0	— 0,02
Hollerath	+ 2	+ 5	+ 4	+ 1	+ 3,0	— 0,2	— 0,1	+ 0,1	+ 0,1	— 0,02
Mittel für Fichten	+ 6,0	+ 7,2	+ 5,4	+ 3,2	+ 5,44	— 0,02	— 0,04	+ 0,04	+ 0,02	0,00
III. In den Kiefernbeständen										
Kurwien	+ 4	+ 5	+ 5	+ 3	+ 4,2	+ 0,1	+ 0,1	+ 0,2	+ 0,1	+ 0,12
Eberswalde	+ 4	+ 2	+ 3	+ 3	+ 3,0	0,0	— 0,6	0,0	0,0	— 0,15
Schoo	+ 3	+ 4	+ 5	+ 2	+ 3,5	+ 0,3	+ 0,4	+ 0,3	+ 0,1	+ 0,28
Hagenau	+ 2	+ 7	+ 6	+ 3	+ 4,5	0,0	+ 0,1	+ 0,2	0,0	+ 0,08
Lintzel, Culturfläche	+ 1	+ 4	+ 3	+ 1	+ 2,2	+ 0,4	+ 0,8	+ 0,3	+ 0,1	+ 0,40
Mittel für Kiefern	+ 2,8	+ 4,4	+ 4,4	+ 2,4	+ 3,50	+ 0,16	+ 0,16	+ 0,20	+ 0,06	+ 0,14
In der Baumkrone war die Waldluft feuchter (+) oder trockener (—) als die Luft im Freien.										
1. In den Buchenbeständen										
Friedrichsrode	— 5	+ 9	— 1	— 2	+ 0,2	— 0,8	+ 0,4	— 0,4	0,0	— 0,20
Marienthal	— 1	+ 6	+ 4	0	+ 2,2	— 0,3	— 0,5	— 0,1	0,0	— 0,22
Hadersleben	0	+ 4	+ 3	— 1	+ 1,5	+ 0,1	+ 0,3	+ 0,2	— 0,1	+ 0,12
Lahnhof	+ 1	+ 6	+ 5	+ 3	+ 3,8	— 0,1	— 0,1	+ 0,1	+ 0,1	0,00
Neumath	+ 2	+ 7	+ 5	+ 1	+ 3,5	+ 0,2	+ 0,7	+ 0,1	0,0	+ 0,25
Melkerei	+ 5	+ 9	+ 6	+ 4	+ 6,0	0,0	— 0,4	+ 0,1	+ 0,2	— 0,02
Mittel für Bucheu	+ 0,3	+ 6,8	+ 3,5	+ 0,8	+ 2,8	— 0,15	+ 0,07	0,00	+ 0,03	— 0,01
2. In den Fichtenbeständen										
Fritzen	+ 4	+ 6	+ 4	+ 1	+ 3,8	0,0	+ 0,1	0,0	0,0	+ 0,02
Karlsberg	— 2	+ 2	+ 1	0	+ 0,2	0,0	0,0	+ 0,2	0,0	+ 0,05
Schmiedefeld	+ 2	+ 1	+ 2	+ 1	+ 1,5	0,0	— 0,5	— 0,1	+ 0,1	— 0,12
Sonnenberg	+ 5	+ 4	+ 4	+ 3	+ 4,0	0,0	— 0,1	0,0	0,0	— 0,02
Hollerath	+ 2	+ 5	+ 1	— 1	+ 1,8	— 0,3	— 0,2	— 0,1	— 0,1	— 0,18
Mittel für Fichten	+ 2,2	+ 3,6	+ 2,4	+ 1	+ 2,3	— 0,06	— 0,14	0,00	0,00	— 0,05

Fortsetzung der Tabelle von S. 40.

Stationen und Bestandesart	Relative Feuchtigkeit im Frühjahr	im Sommer	im Herbst	im Winter	im Jahresmittel	Dunstdruck im Frühjahr	im Sommer	im Herbst	im Winter	im Jahresmittel
	Prozente					Millimeter				
3. In den Kiefernbeständen										
Kurwien	+ 2	+ 2	+ 2	+ 1	+ 1,8	0,0	— 0,3	0,0	0,0	— 0,08
Eberswalde	— 2	— 4	0	+ 2	— 1,0	—0,5	— 1,7	— 0,3	— 0,1	— 0,65
Schoo	0	0	+ 3	+ 3	+ 1,5	+0,2	+ 0,6	+ 0,5	+ 0,2	+ 0,38
Hagenau	+ 1	+ 2	+ 4	+ 4	+ 2,8	0,0	— 0,4	+ 0,2	+ 0,1	— 0,02
Mittel für Kiefern	+ 0,2	0,0	+ 2,2	+ 2,5	+ 1,3	—0,08	— 0,45	+ 0,10	+ 0,05	—0,09
Im Vergleiche hiezu ergaben die nachstehenden 12jährigen Beobachtungen[62]) in der Schweiz als Differenzen										
in einem Lärchenbestande	+ 2,83	+ 7,85	+ 5,45	+ 0,34	+ 4,12	Da diese Beobachtungen mit Haarhygrometern angestellt wurden, so ist der Dunstdruck nicht gemessen.				
in Fichten	+ 9,59	+11,04	+10,79	+ 8,40	+ 9,96					
in Buchen	+ 2,26	+ 8,53	+ 4,18	— 0,70	+ 3,56					
Dagegen lieferten die bayerischen Beobachtungen vom Jahre 1868/69 folgende Differenzen (auf Brusthöhe)										
Buchen: Rohrbrunn	+ 2,13	+12,11	+ 5,13	+ 2,95	+ 5,58	+0,12	+ 0,27	+ 0,18	+ 0,12	+ 0,17
Buchen: Johanneskreuz	+ 8,49	+13,61	+ 2,21	+ 1,81	+ 6,53	+0,18	+ 0,19	+ 0,05	+ 0,09	+ 0,12
Buchen: Ebrach	+ 4,24	+ 7,24	+ 2,21	+ 4,32	+ 4,50	—0,05	— 0,30	— 0,06	+ 0,07	— 0,09
Fichten: Duschelberg	+ 7,45	+10,71	+ 9,04	+ 7,95	+ 8,79	—0,06	+ 0,23	+ 0,27	+ 0,04	+ 0,12
Fichten: Seeshaupt	+ 8,32	+10,77	+ 9,25	+ 5,72	+ 8,51	+0,13	— 0,09	+ 0,09	+ 0,21	+ 0,09
Kiefer, Altenfurth	+ 3,61	+ 1,23	+ 3,47	+ 4,23	+ 3,14	+0,07	— 0,37	0,00	+ 0,12	— 0,08

62) Schweizer Beobachtungen.

Die Waldluft war um folgende Prozente relativ feuchter (+) oder trockener (—) als die Luft im Freien.

I. Im 12jährigen Jahresmittel: Interlacken +4,12, Bern +9,96, Pruntrut 3,56.
II. In den verschiedenen Jahreszeiten um folgende Prozente:

Jahr	Station Interlacken (Lärchen)	Station Bern (Fichten)	Station Pruntrut (Buchen)	Station Interlacken (Lärchen)	Station Bern (Fichten)	Station Pruntrut (Buchen)	Station Interlacken (Lärchen)	Station Bern (Fichten)	Station Pruntrut (Buchen)	Station Interlacken (Lärchen)	Station Bern (Fichten)	Station Pruntrut (Buchen)
	Im Frühling (März, April, Mai)			Im Sommer (Juni, Juli, August)			Im Herbst (September, Oktober, November)			Im Winter (Dez., Jan., Febr. des folg. Jahres)		
1869	+ 1,46	+ 7,98	+ 5,73	+ 1,49	+10,02	+12,79	+ 4,54	+10,95	+10,30	+ 0,26	+ 7,46	— 2,45
1870	+ 3,20	+11,69	+ 5,63	+ 6,46	+13,72	+14,08	+ 4,90	+10,65	+ 3,81	+ 0,90	+ 9,31	+ 1,62
1871	+ 3,63	+13,27	+ 7,16	+ 9,46	+16,08	+13,94	+ 9,43	+ 5,86	+ 5,09	+ 3,85	+ 6,45	— 0,65
1872	+ 2,86	+ 8,89	+ 0,38	+10,07	+ 5,02	+ 7,91	+ 6,62	+ 5,87	+ 5,64	— 4,33	+ 1,01	— 0,40
1873	— 0,53	+ 5,50	+ 5,52	+ 7,07	+11,88	+12,23	+ 6,55	+ 6,84	+ 6,52	— 3,25	+ 5,59	+ 2,06
1874	+ 0,68	+ 8,16	+ 5,47	+ 5,66	+11,13	+18,34	+ 3,18	+ 9,33	+ 6,75	— 2,65	+ 4,37	— 2,49
1875	— 0,17	+ 9,11	+ 2,81	+ 3,82	+14,39	+ 0,90	— 1,25	+ 8,65	— 7,79	+ 2,43	+ 2,92	— 4,41
1876	+19,24	+ 4,88	—	+19,73	+ 7,63	+ 1,19	+10,69	+ 9,81	+ 2,49	+ 3,57	+ 5,95	—10,38
1877	— 7,96	+10,72	—12,95	+ 2,04	+11,96	+ 7,32	— 0,71	+10,20	+ 8,17	— 9,27	+ 6,50	+ 2,73
1878	— 1,30	+11,85	+ 0,62	+ 4,54	+ 5,71	+ 3,25	+ 3,58	+ 9,18	—	+ 4,51	+ 9,10	—
1879	+ 6,80	+15,39	+ 1,11	+11,31	+17,26	+ 1,52	+10,02	+28,72	— 0,04	+ 1,82	+26,44	+ 0,21
1880	+ 6,10	+ 7,56	+ 3,33	+12,63	+ 7,64	+ 8,95	+ 7,92	+13,43	+ 5,19	+ 6,23	+15,70	+ 6,45
12jähr. Mittel	+ 2,83	+ 9,59	+ 2,26	+ 7,85	+11,04	+ 8,53	+ 5,45	+10,79	+ 4,18	+ 0,34	+ 8,40	— 0,70

Diese Resultate lassen erkennen, daß hinsichtlich der relativen Feuchtigkeit die Waldluft gegenüber jener des freien Landes im Jahresmittel um mindestens 3 und höchstens 10 Prozent feuchter ist, jedoch verteilt sich dieser Unterschied sehr ungleich über die einzelnen Jahreszeiten. In den Fichtenbeständen ist schon in den Frühjahrsmonaten (März bis Mai) die Waldluft um durchschnittlich 6—9% feuchter, während in den Buchenbeständen erst nach dem Laubausbruche eine wesentliche Differenz eintritt, welche aber dann 8—13% betragen kann, die sich aber gegen den Herbst hin wieder stark vermindert. Kiefern- und Lärchenbestände lassen keine so großen Unterschiede in der Luftfeuchtigkeit aufkommen und auch im Kronenraume der Bestände ist dieser Unterschied geringer, als in Brusthöhe.

Demnach zeigen diese Beobachtungen übereinstimmend, daß in der Vegetationszeit der Wald eine beachtenswerte Einwirkung auf den Trockenheitsgrad der Luft erkennen läßt. Da man im Allgemeinen eine Luft, welche zu weniger als 55% mit Wasserdunst gesättigt ist, als „sehr trocken" bezeichnet, eine solche von 56—70% „mäßig trocken", von 71—85% aber „mäßig feucht", von 86—100%, sehr feucht, so ist leicht einzusehen, daß eine mäßig trockene Luft bei ihrem Eintritt in den Wald in Kurzem schon mäßig feucht sein wird, oder daß die sehr trockene wenigstens gemäßigt wird; die sehr feuchte hingegen kann leicht ihren Sättigungspunkt durch Vermischung mit der Waldluft überschreiten und zu Kondensationen veranlaßt werden. Was dagegen den absoluten Feuchtigkeitsgrad betrifft, so lassen die sämtlichen Beobachtungsergebnisse erkennen, daß eine konstante Zunahme des Dunstdruckes im Wald gegenüber vom Freien durchaus nicht stattfindet, sondern, daß dieser fast ebenso oft kleiner ist, als im Freien; die Differenzen betragen bei den Parallelbeobachtungen in den naheliegenden Doppelstationen immer nur Bruchteile eines Millimeters Quecksilberdruck und sind bis zu einem gewissen Grade abhängig von den Temperaturdifferenzen der Luft. Es ist indessen wohl zu beachten, daß diese letzteren thatsächlich viel größer sind, als die ihnen korrespondierende Verminderung des Dunstdruckes im Walde, denn einer Temperaturerniedrigung von 10° C. auf 9° entspricht bei gesättigter Luft schon eine Verminderung der Tension um 0,59 mm, während in der That obige Durchschnittszahlen in den Sommermonaten nur Werte von — 0,04 bis + 0,16 mm erreichen, obgleich die Temperatur im Tagesmittel des Sommers 1885 um 0,73° und im Maximum um 2,5—4,6° kälter war. Offenbar waren daher die Luftschichten im Freien weit vom Sättigungspunkt entfernt und es erhöhte die Verdunstung der Blätter und Nadeln gleichzeitig den absoluten Feuchtigkeitsgrad, so daß die Tension größer wird, als sie nach dem Verhältnisse der Temperatur sein sollte.

Da aber die Moleküle aller Gase das Bestreben haben, sich geradlinig von einander zu entfernen, so muß notwendigerweise eine lebhafte Diffussion der Wassergasteilchen in der Atmosphäre stattfinden, welche große graduelle örtliche Verschiedenheiten nicht zu Stande kommen läßt. Außerdem trägt die Luftbewegung durch Zirkulationsströmungen und Winde zur Ausgleichung der Luftschichten im Walde und seiner Umgebung bei, wie sich ja dem bloßen Auge durch die breiten Nebelstreifen zu erkennen giebt, die bei feuchtem Wetter sich aus dem Walde verbreiten. Dieser Vorgang ist namentlich bezüglich der Thaubildung von Wichtigkeit, wenn die Ausstrahlung des Bodens und der Gewächse nachts die umgebende Luft unter ihren Sättigungspunkt abkühlt; die feuchte Waldluft wird bei ihrer Verbreitung auf die benachbarten Felder dann viel ausgiebiger Thau ausscheiden als z. B. die Steppenluft oder jene über ausgedehnten Feldfluren und es ist jedem Forstmanne bekannt, wie intensiv die Thauniederschläge auf den Schlägen und Waldwiesen sind gegenüber denjenigen des freien Landes.

§ 21. Hier schließt sich von selbst die Frage an: wie verhält sich der Wald in bezug auf die atmosphärischen Niederschläge?

Unter den Naturforschern hatte Saussure d. Ä. zuerst auf die Rolle, welche

der Wald in der Modifikation der atmosphärischen Niederschläge spielt aufmerksam gemacht, er schrieb namentlich den in den schweizer Alpen vorgekommenen Entwaldungen einen großen Einfluß auf die Verminderung der Regenmengen und des Wasserstandes im Genfer See, dann im Neufchateler, Brienzer und Murten-See zu. Auch Alex. von Humboldt hat an verschiedenen Stellen seiner Werke auf den Zusammenhang zwischen der Entwaldung der tropischen Länder und der Verminderung der Gewässer hingewiesen, so z. B. auf den See von Aragua, dessen Sinken und späteres Steigen mit den Perioden der Abholzung und der Wiederbewaldung zeitlich zusammenfiel. Ferner sammelte Boussingault eine Reihe von Einzel-Beobachtungen, aus welchen er den allgemeinen Schluß zog, daß das Abtreiben großer Wälder die Regenmenge vermindere und die Verdunstung der gefallenen Niederschläge beschleunige.

Die ältesten Parallelbeobachtungen über diese Frage wurden im Jahre 1826 und 1827 in Tübingen und Bebenhausen angestellt, wobei letztere, in waldreicher Gegend liegende Station 22 Prozent mehr Regensumme ergab als Tübingen; da indessen der Einfluß der Höhenlage nicht eliminiert war, so ließ sich diese Thatsache nicht als stichhaltiger Beweis für die Einwirkung des Waldes anführen. Im Gegenteil suchte Prof Dr. Hofmann in Gießen aus seinen Beobachtungen den Nachweis zu liefern, daß Entwaldungen keinen Einfluß auf die Regenmenge ausüben[63]). Es folgten dann in Frankreich die Beobachtungen von Becquerel über den Einfluß der Wälder auf Niederschlag, in Deutschland von E. Ebermayer, welcher mit selbst konstruierten sinnreichen Verdunstungsmessern (Evaporationsapparaten) den Kreis der Beobachtungen erheblich erweiterte. Außer den schweizerischen Beobachtungen fanden in den 60ger Jahren zu Nancy solche durch Mathieu und in der Domaine Halatte solche durch Fautrat und Sartiaux statt, während durch E. Purkyne in Böhmen ein ausgedehntes ombrometrisches Beobachtungsnetz eingerichtet wurde. Nimmt man hiezu noch die in den deutschen Staaten seit 1875 begonnenen Untersuchungen über Regenfall und Verdunstung, sowie jene in Italien und Oesterreich, so ergiebt sich ein außerordentlich großes Beobachtungsmaterial, das aber noch größtenteils nicht publiziert ist und dessen Bewältigung über den Rahmen dieser Schrift hinausgeht. Ich führe daher zunächst die Zusammenstellungen an, welche ich aus den Veröffentlichungen der Monatssummen für Niederschläge und Verdunstung des Herrn Prof. Dr. Müttrich berechnet habe (S. Tabelle S. 44 u. 45).

Will man diese Niederschlagshöhen der Freistationen mit jenen der allgemein meteorologischen Stationen vergleichen, so ist zunächst zu bedenken, daß die Meereshöhe der Beobachtungsorte einen außerordentlich großen Einfluß auf die Regenmenge ausübt, weil das Emporsteigen der Luftmassen aus Gegenden mit höherem Barometerstand in die dünneren Luftschichten der hoch gelegenen Orte eine Volumvergrößerung und infolge dessen eine Bindung von Wärme mit sich bringt. Die relative Feuchtigkeit muß daher mit der Erhebung eines Luftstromes steigen und Kondensationsvorgänge werden deshalb leichter und ausgiebiger stattfinden; ferner ist in hoch gelegenen Orten die nächtliche Abkühlung durch Strahlung beträchtlicher als im dunstreichen Tieflande. Aus diesen Gründen nimmt daher in der Regel die Regenhöhe mit der Meereshöhe zu, wenn auch keine Proportionalität zwischen beiden stattfindet und obgleich bei Regenmessungen an einem und demselben Orte die höher z. B. auf Thürmen aufgestellten Regenmesser kleinere Niederschlagsmengen zeigen als die tiefer in der Nähe des Bodens befindlichen.

Ordnet man daher die Niederschlagsmengen der Freistationen nach Meereshöhen, so findet man gleichfalls diese Zunahme mit dem Wachsen derselben deutlich ausgedrückt; da jedoch auch die geographische Lage wegen der Richtung der feuchten Luftströmungen von

63) Allg. Forst- u. Jagdz. 1861. S. 134.

Jahrgang	Fritzen im Freien	Fritzen im Walde	Kurwien im Freien	Kurwien im Walde	Karlsberg im Freien	Karlsberg im Walde	Eberswalde im Freien	Eberswalde im Walde	Schmiedefeld im Freien	Schmiedefeld im Walde	Friedrichsrode im Freien	Friedrichsrode im Walde	Sonnenberg im Freien	Sonnenberg im Walde
Jahressummen der atmosphärischen Niederschläge ausgedrückt in Millimetern Höhe.														
1876	684,59	401,34	685,60	602,56	972,32	905,94	518,76	383,23	—	—	746,65	606,76	—	—
1877	598,23	395,97	575,30	391,54	975,96	858,66	655,16	496,52	—	—	694,46	540,16	—	—
1878	593,63	378,43	628,96	433,40	953,50	972,55	518,34	408,37	—	—	655,00	506,44	1440,08	1156,30
1879	621,31	451,29	555,91	444,10	1077,16	1123,63	570,50	445,59	—	—	719,66	611,55	1225,10	1079,19
1880	852,33	636,31	759,13	632,58	1233,44	1281,65	562,92	433,00	—	—	642,51	515,66	1577,20	1868,02
1881	436,18	305,82	429,75	340,80	798,76	818,66	491,89	365,45	—	—	596,45	488,10	1222,17	1034,41
1882	652,0	458,3	592,0	465,2	1013,0	889,8	631,7	515,1	1691,7	1200,0	825,8	613,6	1764,6	1500,1
1883	752,9	533,4	700,0	575,3	1047,1	831,1	502,4	387,4	1218,0	989,6	566,8	419,5	1230,3	1167,9
1884	637,1	464,6	675,0	543,7	1012,0	931,3	578,0	425,4	1172,5	943,1	658,0	455,2	1528,0	1824,2
1885	668,6	449,9	631,1	523,2	792,8	741,7	538,3	598,6	1023,6	715,7	628,0	497,3	1284,0	1081,1
Jahres-Mittel	**649,7**	**447,5**	**628,3**	**495,2**	**987,6**	**985,0**	**556,3**	**424,9**	**1275,2**	**962,1**	**672,8**	**525,4**	**1408,9**	**1207,0**
Der Niederschlag im Walde betrug von jenem im Freien Proz.		= 69%		= 79 %		= 95 %		= 76 %		= 75 %		=78%		=86%
Jahressummen der Verdunstungsgröße in einer freien Wasserfläche ausgedrückt in Millimetern Höhe.														
1876	279,75	134,74	264,24	188,90	283,97	113,81	448,90	192,82	—	—	395,72	166,40	—	—
1877	262,25	109,80	234,37	115,68	304,23	108,09	422,64	189,32	—	—	385,06	134,72	—	—
1878	273,19	115,42	272,14	117,16	272,59	97,64	419,32	196,95	—	—	340,38	128,94	—	85,13
1879	258,71	108,11	297,86	126,31	228,28	74,15	881,45	160,10	—	—	316,99	111,16	166,47	75,51
1880	244,78	128,99	296,05	138,72	257,08	86,97	418,90	194,20	—	—	434,04	158,92	247,00	182,45
1881	250,66	135,08	296,95	138,50	262,40	98,65	430,84	191,47	—	—	408,40	149,38	260,75	144,40
1882	305,9	152,2	301,8	141,2	272,7	88,9	402,4	177,8	228,5	85,7	372,1	142,7	175,3	90,6
1883	277,8	117,4	252,8	116,5	209,5	76,3	436,3	218,3		—	379,2	149,4	—	158,0
1884	249,5	131,0	265,7	127,4	262,7	106,7	396,6	195,0		—	399,9	139,5	—	108,2
1885	221,9	116,8	289,6	134,8	339,4	108,2	384,8	162,8		—	390,9	119,3	218,2	116,4
Jahres-Mittel	**261,8**	**125,0**	**277,2**	**129,5**	**268,8**	**95,9**	**414,2**	**187,4**	—	—	**381,8**	**139,6**	**212,5**	**118,2**
Die Verdunstung im Walde betrug folgende Prozente von jener im Freien		= 47,7%		= 46,7%		= 35,5%		= 45,2%		= 38,2%		=36,5%		=53,2%

Jahrgang	Marienthal im Freien	Marienthal im Walde	Lintzel im Freien	Lintzel im Walde	Hadersleben im Freien	Hadersleben im Walde	Schoo im Freien	Schoo im Walde	Lahnhof im Freien	Lahnhof im Walde	Hollerath im Freien	Hollerath im Walde	Hagenau im Freien	Hagenau im Walde	Neumath im Freien	Neumath im Walde	Melkerei im Freien	Melkerei im Walde
Jahressummen der atmosphärischen Niederschläge ausgedrückt in Millimeter Höhe.																		
1876	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	901,34	604,62	609,05	401,31	837,15	698,76	2165,06	1183,23
1877	—	—	—	—	867,65	695,16	772,15	482,79	—	—	1061,93	638,79	875,00	653,42	921,39	876,00	1882,40	1362,65
1878	—	—	—	—	743,30	598,47	805,64	545,37	1132,75	889,45	933,92	617,40	995,83	653,65	896,57	814,80	1848,30	1427,95
1879	640,15	483,99	—	—	822,51	729,70	779,56	478,63	1057,80	842,42	959,21	556,94	979,42	652,48	875,28	749,66	1800,75	1430,50
1880	701,04	520,94	—	—	727,49	608,75	806,90	552,75	1238,97	848,34	1012,45	657,96	800,92	519,11	935,77	692,56	1987,24	1486,30
1881	514,72	371,59	—	—	782,76	586,86	665,79	447,58	1004,10	704,78	947,91	629,17	750,74	505,01	664,15	508,29	1859,45	1082,18
1882	567,4	362,0	538,3	471,2	901,3	671,8	713,3	388,4	1365,7	942,0	1274,3	876,5	925,5	666,5	1039,9	798,1	2190,6	1745,6
1883	456,0	328,6	467,6	462,6	760,6	557,4	673,1	359,7	997,5	715,1	850,0	465,1	624,1	524,1	704,6	553,5	1501,9	1205,8
1884	603,8	424,0	728,5	739,9	624,8	459,8	606,8	509,0	1157,4	799,1	815,5	537,7	599,3	561,6	572,4	426,0	1318,7	1056,6
1885	510,4	345,4	632,5	558,6	697,8	519,3	666,1	535,4	1024,3	787,2	964,5	653,2	864,9	724,8	755,1	557,4	1696,7	1274,4
Jahres-Mittel	**570,5**	**405,3**	**591,7**	**558,1**	**764,4**	**602,4**	**721,0**	**477,7**	**1122,3**	**809,8**	**972,1**	**628,7**	**802,5**	**586,2**	**820,2**	**667,0**	**1775,1**	**1325,5**
Der Niederschlag im Walde betrug von jenem im Freien Prozente		=71%		=94%		=79%		=66%		=72%		=64%		=73%		=81%		=75%
Jahressummen der Verdunstungsgröße einer freien Wasserfläche ausgedrückt in Millimetern Höhe.																		
1876	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	316,26	163,21	418,18	243,13	561,40	204,00	377,70	175,70
1877	—	—	—	—	265,20	110,29	420,60	113,21	—	—	244,12	127,63	302,73	155,46	470,80	163,30	308,45	126,60
1878	—	—	—	—	284,10	121,25	383,20	115,07	218,93	87,79	232,75	108,47	336,12	132,21	433,25	135,90	272,42	105,20
1879	—	—	—	—	236,00	105,12	337,20	89,80	209,57	89,98	207,58	93,40	311,33	131,86	—	108,05	273,36	107,10
1880	365,38	188,53	—	—	285,10	122,33	355,50	119,30	309,96	151,67	282,60	146,41	398,03	159,18	512,55	152,60	334,15	157,30
1881	407,36	152,44	—	—	263,75	126,35	400,20	184,63	309,77	188,03	264,66	135,74	392,39	147,98	527,40	178,40	371,55	165,60
1882	411,4	167,4	469,3	409,6	255,7	120,9	484,1	170,2	255,1	122,7	—	116,4	349,7	130,5	444,6	150,2	343,4	159,8
1883	413,6	162,1	452,6	422,7	262,9	125,5	446,8	129,7	299,4	133,6	253,1	137,5	368,7	136,3	—	136,1	298,4	148,4
1884	391,2	153,8	383,0	361,0	287,1	128,2	439,7	191,4	301,6	142,8	266,9	159,4	397,3	148,9	—	170,4	360,0	167,6
1885	324,6	128,5	363,4	316,9	277,8	128,8	369,3	143,1	272,1	130,2	223,8	152,1	389,1	133,7	—	162,5	390,9	174,1
Jahres-Mittel	**385,6**	**150,5**	**417,1**	**377,5**	**268,6**	**121,0**	**398,5**	**134,1**	**272,1**	**124,6**	**254,6**	**133,5**	**366,4**	**151,9**	**491,7**	**156,1**	**333,0**	**148,7**
Die Verdunstung im Walde betrug folgende Prozente von jener im Freien		=39,0%		=90,5%		=45,0%		=33,6%		=45,7%		=52,0%		=41,5%		=31,8%		=44,6%

Einfluß ist, so drückt sich auch der allgemein klimatische Charakter der Gegenden, wie ihn z. B. die Regenkarten darstellen, in diesen Resultaten aus und es müssen daher beide berücksichtigt werden. Letzteres geschieht, indem ich die von Dove veröffentlichten[64]) Mittelzahlen über die durchschnittliche Regenmengen der verschiedenen geographischen Gebiete Deutschlands zum Vergleich heranziehe.

Beobachtungsstation	Meereshöhe m	Mittlere jährliche Niederschlagshöhe mm	Verglichen mit dem Durchschnitte für	mit einer mittleren Niederschlagshöhe mm	Differenz mm
Schoo	3	721,0	Die Nordseeküste . . .	708	+ 13,0
Fritzen	30	649,7	Ostpreußen	611	+ 38,7
Hadersleben	34	764,4	Ostseeküste	661	+ 103,4
Eberswalde	42	556,8	Brandenburg	554	+ 2,8
Linzel (Lünebg. Haide) .	95	591,7	Hannover	684	— 92,3
Kurwien	124	623,8	Ostpreußen	611	+ 12,8
Marienthal	143	570,5	Thüringen u. Prov. Sachsen	589	— 18,5
Hagenau i/E.	145	802,5	Elsaß-Lothringen . . .	773	+ 29,5
Neumath	340	820,2	desgl.	773	+ 47,2
Friedrichsrode	353	672,8	Thüringen u. Prov. Sachsen	589	+ 83,8
Lahnhof	602	1122,3	Westfalen	781	+ 341,3
Hollerath	612	972,1	Rheinland	651	+ 321,1
Schmiedefeld	680	1275,2	Thüringen u. Prov. Sachsen	589	+ 686,2
Karlsberg	690	987,6	Schlesisches Gebirge . .	691	+ 296,6
Sonnenberg	774	1408,9	Harz	924	+ 484,9
Melkerei	930	1775,1	Elsaß-Lothringen . . .	773	+1002,1

Wenn auch dieser Vergleich nur das Verhältnis der obigen Resultate zum allgemeinen Durchschnitte vieler Beobachtungen in den betreffenden Gegenden zeigen soll, so läßt er doch erkennen, daß die in der Nähe größerer Forste gelegenen Freistationen meistens regenreicher sind, denn die Lüneburger Haide (Linzel) ist nicht als Wald zu rechnen; derselbe zeigt ferner, daß die Unterschiede mit der Seehöhe wachsen. Um aber das störende Moment der verschiedenen Meereshöhen durch eine andere Vergleichungsweise zu eliminieren, fasse ich obige Resultate nach Höhenregionen von 100 m Vertikalabstand zusammen und stelle ihnen die für gleiche Regionen berechneten Mittelwerte aus 192 Stationen gegenüber, wie sie Dr. van Bebber angiebt[65]):

Höhenregionen m	1—100	100—200	300—400	600—700	700—800	900—1000 m
Mittel aus obigen: mm	656,6	665,4	746,5	1089,8	1408,9	1775,1 mm
nach Dr. van Bebber	648,6	582,5	696,2	915,3	981,3	963,6 „
Differenz mm	+ 8,0	+ 82,9	+ 50,3	+ 174,0	+ 427,6	+ 811,5 „

Daraus folgt, daß die Resultate der forstlichen Stationen (im Freien) in der norddeutschen Ebene nur sehr unbedeutend von dem aus großen Durchschnitten abgeleiteten Mittel für das Tiefland abweichen, nemlich 8 mm = 1,25%; *allein schon in der mäßigen Höhe von 100—200 m macht sich die Erhöhung der Regenmenge bemerkbar (=14,2%), steigt dann bei 600—700 m auf 19,0%, bei 700—800 m auf 43,7% und bei 900—1000 m sogar auf 84,2% der zum Vergleiche dienenden Durchschnittszahlen!*

Hieraus scheint mir der Einfluß, welchen der Gebirgswald auf die Kondensation der atmosphärischen Niederschläge ausübt, mit ziemlicher Deutlichkeit hervorzugehen, obgleich ich die Notwendigkeit weiterer, umfassenderer Vergleichungen namentlich mittelst der neugeschaffenen ombrometrischen Netze durchaus zugebe; denn nur durch Heranziehung zahlreicher,

64) Preußische Statistik XV. Klimatologie von Norddeutschland. Berlin 1871.

65) Dr. J. van Bebber „Die Regenverhältnisse Deutschlands". München 1877, Th. Ackermann S. 31.

womöglich gleichzeitiger Beobachtungen, durch Berechnung der Jahreszeitenmittel, vielleicht auch durch direkte komparative Messungen in waldlosen und reich bewaldeten Gegenden von sonst gleicher Lage, läßt sich diese wichtige und z. B. noch von Einzelnen wiedersprochene Frage definitiv lösen, was jetzt nicht möglich ist, solange die Resultate noch nicht publiziert werden.

§ 22. Die im Nachstehenden mitgeteilten Ergebnisse der schweizer Stationen können zu einem derartigen Vergleiche ebenfalls dienen, jedoch besitze ich nicht das hiezu nötige reichhaltige Material der allgemein meteorologischen Stationen der Schweiz; ich teile dieselben daher hier blos in der Absicht mit, das Verhältnis zwischen dem gefallenen und dem durch die Zweige und Blätter des Kronenraumes aufgefangenen Quantum der atmosphärischen Niederschläge zu ermitteln.

Schweizer Beobachtungen.

Regen- und Schneehöhe im Walde und auf freiem Felde (in Millimetern).

Jahr	Während des ganzen Jahres						Blos im Sommerhalbj. (Apr. — Okt. incl.)					
	Interlacken (Lärchen) 800 m abs. Höhe		Bern (Lärchen) 500 m abs. Höhe		Pruntrut (Buchen) 450 m abs. Höhe		Interlacken (Lärchen)		Bern (Fichten)		Pruntrut (Buchen)	
	Niederschlagshöhe im Freien mm	Im Walde betrugen die Niederschläge folgende Prozente von ersterer	Niederschlagshöhe im Freien mm	Im Walde betrugen die Niederschläge folgende Prozente von ersterer	Niederschlagshöhe im Freien mm	Im Walde betrugen die Niederschläge folgende Prozente von ersterer	Niederschlagshöhe im Freien mm	Im Walde betrugen die Niederschläge folgende Prozente von ersterer	Niederschlagshöhe im Freien mm	Im Walde betrugen die Niederschläge folgende Prozente von ersterer	Niederschlagshöhe im Freien mm	Im Walde betrugen die Niederschläge folgende Prozente von ersterer
1869	1326,0	87%	1134,6	61%	1750,9	74%	857,9	81%	708,7	67%	1195,3	70%
1870	1246,2	90 „	1155,0	71 „	2805,6	88 „	881,7	108 „	799,3	76 „	738,5	82 „
1871	1333,2	93 „	1363,-	72 „	1425,8	89 „	989,0	101 „	1051,0	72 „	1039,6	98 „
1872	1779,8	90 „	1529,5	77 „	1816,4	94 „	1530,9	88 „	1256,3	81 „	1397,6	94 „
1873	1835,3	89 „	1180,5	72 „	1868,5	89 „	1538,1	88 „	869,0	76 „	1271,6	90 „
1874	1407,8	92 „	1086,7	78 „	1487,4	84 „	1076,7	91 „	881,4	81 „	1097,2	81 „
1875	1561,8	89 „	1529,8	87 „	1861,7	94 „	1294,4	85 „	1369,6	90 „	1594,8	93 „
1876	1744,5	91 „	1658,7	80 „	1979,4	95 „	1404,0	87 „	1313,6	82 „	1401,1	96 „
1877	1900,2	85 „	1407,2	77 „	2240,5	89 „	1385,0	83 „	1018,2	78 „	1436,3	89 „
1878	1758,4	70 „	1553,8	84 „	2149,2	91 „	1489,1	65 „	1215,6	89 „	1682,4	90 „
1879	1597,6	73 „	1622,1	81 „	1694,3	92 „	1217,7	67 „	1195,3	83 „	1068,8	93 „
1880	1458,7	72 „	1349,8	80 „	2048,0	99 „	1147,0	69 „	1172,0	84 „	1588,2	100 „
12jähr. Jahr.-Mittel	1579,1	85%	1380,9	77%	1927,8	90%	1234,3	84%	1070,8	81%	1292,6	90%
Differ. in mm	237,6=15%		318,3=23%		193,5=10%		200,0=16%		204,6=19%		123,4=10%	

Nach den Messungen auf den Stationen der Schweiz ist im 12jährigen Mittel von den gesamten Niederschlägen an Regen und Schnee:

	zu Boden gelangt	auf den Bäumen verdunstet
in dem Lärchenbestande	85%	15%
„ „ Fichtenbestande	77 „	23 „
„ „ Buchenbestande	90 „	10 „

Nach den oben mitgeteilten Jahressummen des preußischen Beobachtungsnetzes:

in den Buchenbeständen durchschnittlich	76%	24%
" " Fichtenbeständen "	78 "	22 "
" " Kiefernbeständen "	73 "	27 "

Nach Prof. Dr. Ebermayers Mitteilungen der bayerischen Beobachtungsergebnisse:

in den Buchenbeständen durchschnittlich	78%	22%
" " Fichtenbeständen "	73 "	27 "
" dem Kiefernbestande "	66 "	34 "
Mithin im Durchschn. aller Beobachtungen	77%	23%

Es empfängt demnach der Waldboden nur ca. drei Viertel aller Niederschläge des Jahres, fast ¼ davon bleibt an den Blattorganen und Zweigen hängen und verdunstet z. Teil, oder fließt z. Teil allmälig dem Stamme entlang in den Boden. Jedenfalls bricht sich also schon auf diesem Wege die mechanische Gewalt der Platzregen in dem Kronenraume des Waldes, was für die Erhaltung des Bodens gegen Auswaschung und Abschwemmung wichtig ist. Die zerstäubenden und verdunstenden Wasserteilchen aber tragen zur Erhöhung der Luftfeuchtigkeit bei und wirken ähnlich, wie die künstlichen Zerstäubungsapparate, die der Gärtner in Gewächshäusern anwendet.

Diese große Flächenausbreitung, welche in der Verästelung der Zweige und der Blattspreitenentwicklung sich ausspricht und mittelst deren die Bäume in den Stand gesetzt sind mit großen Luftmengen in innige Berührung zu kommen, äußert sicherlich aber auch ihren Einfluß auf die Luftstauung und Sammlung der zur Kondensation gelangenden Teile der Luftfeuchtigkeit. Man braucht deshalb nicht zu der Annahme zu greifen, als ob der Wald die meteorischen Vorgänge in den Höhen der Atmosphäre selbst wesentlich modifiziere, um es dennoch begreiflich zu finden, daß dieses mächtige Hemmnis für den Wind zur Erhaltung der Feuchtigkeit beitrage. In diesem Sinne führe ich eine vergleichende Messung der französischen Stationen Cinq-Tranchées und Amance im 7jährigen Mittel an: welche beide bei Nancy in 380 m Seehöhe auf Oolith-Plateaus liegen, von denen aber die erstere auf einer Wiese inmitten großer Wälder, die andere in fast waldloser Gegend sich befindet. Der Regenmesser der Freistation ergab im Durchschnitte eine Regenhöhe in Millimetern

für	Frühjahr	Sommer	Herbst	Winter	Jahresmittel
in Cinq Tranchées	159	187	193	212	751 mm
in Amance	149	165	157	177	648 "
auf der Waldwiese mehr	10	22	36	35	103 "

Offenbar liegt der Grund dieser Erhöhung der Regenmenge um fast 16 Prozente vorzüglich in der Verzögerung der Bewegung der zur Kondensation gelangenden Luftschichten, was schon daraus folgt, daß im Herbst und Winter, wo die Regenwolken sehr tief ziehen diese Wirkung größer war als im Frühjahr und Sommer.

Hier ist auch der gleichfalls in Frankreich auf der 5000 ha großen Forst-Domaine Halatte von Fautrat und Sartiaux ausgeführten Regenmessungen zu gedenken, welche über dem Kronenraume eines Laubholzniederwaldes (7 m darüber) und eines Kiefernwaldes (3 m darüber) die Regenmesser beobachteten und im Durchschnitte der 4 Jahre 1874—77 folgende Regenhöhen fanden:

	über den Gipfeln	im Freien	Differenz
bei Laubholz	655,0	646,0	24,0 mm
bei Nadelholz	667,0	610,2	56,8 "

Es zeigte sich somit durchgehends eine wenn auch nicht sehr bedeutende Vermehrung der Niederschlagsmenge über den Kronen des Waldes gegenüber dem freien Lande.

Faßt man die verschiedenen besprochenen einzelnen Punkte zusammen, so ergibt sich, daß eine Reihe von physikalischen Faktoren dahin wirken, daß der geschlossene Wald vermöge

seiner kühleren Temperatur, seiner feuchteren Luft und seiner Fähigkeit, die Bewegung der Luft abzuschwächen, ein vorzüglicher Kondensator für den Wasserdunst der atmosphärischen Luft ist. Diese Eigenschaft tritt in höheren Lagen und im Gebirge schärfer hervor als im Tieflande und in der Nähe der Seeküste, wo andere Einflüsse diese Wirkung mehr verdecken. Ob aber unter allen Umständen eine direkte Vermehrung der Niederschlagsmengen durch den Wald erfolgen müsse, oder ob nicht die herrschenden Windrichtungen sowie die Terrainausformung auch Ausnahmen von der Regel, daß Orte in der Nähe großer Waldungen größere Regenhöhen als ferner gelegene unter sonst gleichen Verhältnissen aufweisen, begründen können, müssen erst weitere Untersuchungen lehren.

Als eine direkte Bestätigung dieser aus den meteorologischen Beobachtungen abgeleiteten Regel durch die praktische Erfahrung möchte die Wirkung der Steppenaufforstungen in Südrußland zu betrachten sein. Der kaiserl. russische Oberförster Herr von Kern teilte mir in dieser Hinsicht gütigst mit, daß im Gouv. Ekaterinoslaw Kreis Mariupol seit dem Jahre 1843—83 beiläufig 3000 ha Forstkulturen in der offenen Lage der hohen Steppe, also in ganz exponierter Lage gemacht wurden, welche nun schon bis 40jährige Bestände ergaben. Die Einwohner des Dorfes Blagodatnoë und der Nachbardörfer, welche an den neubegründeten Wald „Weliko Anadol“ anstoßen, behaupten, daß seitdem der Wald herangewachsen ist, sich die Sommerregen in bemerkenswerter Weise vermehrt haben; die dort früher so gefürchtete Sommerdürre schade den Weizenfeldern viel weniger als ehedem und die Erträge sind infolge dessen durchschnittlich gestiegen. Eine weitere günstige Folge dieser Aufforstungen besteht in dem Schutz, welchen diese Ortschaften gegen die winterlichen Schneestürme (Buran) durch den Wald erfahren, deren Gewalt sehr augenfällig abgeschwächt wurde.

Eine ähnliche Erfahrung berichtete in der Versammlung des nordwestdeutschen Forstvereins zu Uelzen im August 1885 Hr. Provinzialforstmeister Quaedt-Faslem, daß nemlich die Wälder auf den Zug der Gewitter wirken und Niederschläge herbeiführen.

§ 23. Aber auch in anderer Weise greift der Wald in den Kreislauf des Wassers ein, indem das in Form von Niederschlägen zu Boden gelangte Quantum vor rascher Verdunstung bewahrt und hiedurch örtlich erhalten wird. Schon die niedrigere Temperatur und die große relative Feuchtigkeit der Waldluft bilden ein Hindernis für eine starke Verdunstung, noch mehr aber bewirkt dies der Abschluß der direkten Insolation und des Windes. Man hat daher nach Prof. Ebermayers Vorgang die direkte Bestimmung der Verdunstungsgrößen als einen wesentlichen Punkt in das Programm der forstlichen Beobachtungsstationen aufgenommen und ich führte in der Tabelle auf S. 44 die von mir aus den Publikationen des H. Professor Dr. Müttrich berechneten Jahressummen der Verdunstungsgröße (in mm Höhe) an. Diese Beobachtungen zeigen, daß im geschlossenen Walde die Verdunstung sehr beträchtlich vermindert wird indem im Durchschnitte gegenüber der = 100 gesetzten Einheit der Verdunstungsgröße im Freien

	im Walde verdunsten	dem Boden erhalten bleiben
in den Buchenbeständen	40,4%	59,6%
„ „ Fichtenbeständen	45,3%	54,7%
„ „ Kiefernbeständen	41,8%	58,2%
„ einer Kulturfläche	90,3%	9,7%

Allerdings ist hiebei die sehr bedeutende Verdunstung der Blattorgane (die sog. Transspiration) nicht in der Rechnung enthalten, jedoch verlieren die Beobachtungsergebnisse deshalb nicht an Wichtigkeit, da die Wurzeln der erwachsenen Bäume ihren Wasserbedarf aus tieferen Schichten des Bodens entnehmen und daher nicht auf das oberflächlich niederfallende Regenwasser, sondern auf das Grundwasser, die Gebirgsfeuchtigkeit und die von den Winter-

monaten herrührende Bodenfeuchtigkeit angewiesen sind. Jedenfalls bewirkt diese Unterdrückung der oberflächlichen Verdunstung, daß in der Lebensökonomie des Waldes die atmosphärischen Niederschläge vortrefflich konservirt werden und in der Hauptsache nur vermittelst der Transspiration wieder in die Atmosphäre zurückgelangen, während jedenfalls der überschüssige Teil tiefer in den Boden geleitet wird, um dem Grundwasser und den Quellen zu Gute zu kommen.

Aus diesem Gesichtspunkte ist es interessant, die Bilanz der Niederschlagshöhe mit der Verdunstungshöhe aus obigen Resultaten zu ziehen, welche nach Höhenregionen angeordnet folgendes Ergebnis liefert:

Stationen	Absolute Höhe m	Der Ueberschuß der Niederschläge über die Verdunstung beträgt in Millimetern Höhe		Von der Niederschlagsmenge verdunsteten prozentisch	
		im Freien	im Walde	im Freien	im Walde
Schoo	3	322,5	343,6	55%	28%
Fritzen	30	387,5	322,5	40 „	28 „
Hadersleben	34	495,8	481,4	35 „	20 „
Eberswalde	42	142,1	237,5	73 „	44 „
Lintzel	95	174,6	180,6	70 „	67 „
Mittel für die Region .	0—100	305,3	313,1	55 „	37 „
Kurwien	124	346,1	365,7	44 „	26 „
Marienthal	143	184,9	254,7	68 „	37 „
Hagenau	145	436,1	434,3	46 „	26 „
Mittel für die Region .	100—200	322,4	351,6	53 „	30 „
Neumath	340	328,5	510,9	60 „	23 „
Friedrichsrode	353	291,0	385,8	57 „	26 „
Mittel für die Region .	300—400	309,9	448,3	58 „	25 „
Lahnhof	602	850,2	685,2	24 „	15 „
Hollerath	612	717,5	490,2	26 „	21 „
Schmiedefeld	680	1468,2 [66]	1114,3 [66]	13 „	7 „
Karlsberg	690	718,8	839,1	27 „	10 „
Mittel für die Region .	600—700	938,7	782,2	22 „	13 „
Sonnenberg	774	1196,4	1093,8	15 „	9 „
Melkerei	930	1442,1	1176,8	19 „	11 „

Mithin ist der Ueberschuß der Niederschläge mit zunehmender Höhe des Beobachtungsortes immer größer, wenn auch nicht proportional der letzteren. Im Walde bleiben in den tieferen Lagen durchschnittlich größere Mengen übrig als im Freien und prozentisch betrachtet drückt der Gebirgswald die Verdunstung auf das Minimum von 9—13% des Niederschlages herab, so daß 87—91% dem Boden erhalten bleiben.

§ 24. Wenn demnach schon in den Hochlagen an und für sich dem Boden mehr meteorisches Wasser zugeführt wird, als es im Tieflande der Fall ist, so verstärkt eine Bewaldung der Gebirge diese Wirkung noch und es ist deshalb schon von jeher der Gebirgswald als Erhalter der Feuchtigkeit und der Quellen betrachtet worden — wie ja der „Thau vom Hermon“ die Landschaft befruchtet oder wie nach der griechischen Mythologie die Quellennymphen von den Bäumen des Waldes abstammen. Es ist daher von Interesse, sich die Rolle klarer zu machen, die dem Walde bei der Erhaltung des Bodenwassers und der Speisung der Quellen zukommt. Obige Zahlenreihe zeigt ganz deutlich, wie beträchtlich die Menge des nach Abzug der Verdunstung übrig bleibenden meteorischen Wassers in den Gebirgslagen ist und wie der Wald, trotzdem ca. ¼ der Niederschläge durch Zweige und Blätter aufgefangen und dadurch der unmittelbaren Messung entgangen

66) Nur aus einem Jahrgang 1882 berechnet.

sind, dennoch von diesen verbleibenden Dreivierteln fast ebensoviel und teilweise mehr Wasser dem Boden zuführt als dem freien Lande zukommt. Wenn man dagegen einwenden wollte, daß ja hievon erst noch der ganze Transspirationsverlust subtrahiert werden müsse, den man aber nicht kennt, so ist hierauf zu erwidern, daß derselbe Wald ja auch im Tieflande seine Transspiration deckt, welche jedenfalls in Folge der höheren Temperatur und der längeren Vegetationszeit noch größere Massen Wasser erfordert, daß folglich mindestens der Ueberschuß über diese hinaus den Boden und seinem Untergrunde zufließen muß. Angenommen also, der Fichtenbestand in Fritzen oder der Buchenbestand in Hadersleben verbrauche gerade seinen Ueberschuß zur Deckung seiner Transspiration, so braucht der Fichtenwald in Sonnenberg höchstens ebenfalls soviel erübrigt also 1093,8—322,5 = 771,3 mm; ebenso verblieben in dem Buchenwald auf den Hochlagen der Vogesen (Melkerei) 1176,8—481,4 = 695,4 mm. Abgerundet bleiben also 700 mm Regenhöhe im Gebirgswalde unverwendet von der Verdunstung und Transspiration übrig, d. h. pro ha 7000 cbm, welche in die Tiefen des Bodens eindringen. In der Praxis rechnen aber die Ingenieure von 1 ha Sammelgebiet einer Quelle im Mittel 1500 — 4000 cbm Zufluß pro Jahr d. h. 3—8 Liter pro Minute, nach starkem Regnen aber 10—20 Liter pro Minute was 5000 bis 10000 cbm pro Jahr entspräche. Um sich eine Vorstellung über das Verhältnis dieser 7000cbm zu den bei der Wasserbewegung in Strömen vorkommenden zu bilden, sei erwähnt, daß nach amtlichen Angaben[67]) bei mittlerem Wasserstand den Oberrhein oberhalb Mannheim 50000 bad. Kub.Fuß = 1350 cbm Wasser pro Sekunde passieren, dies macht pro Tag 116 640000 cbm oder soviel als 16 663 ha Wald in einem Jahr dem Boden zuführen. Für eine nachhaltige Speisung des Rheines während des ganzen Jahres bei mittlerem Stande wäre demnach eine solche Waldfläche von 60820 qkm erforderlich d. h. 130 mal so groß als die Bodensee-Oberfläche, vorausgesetzt, daß alles in den Boden gesickerte Wasser in die Quellen gelangte. Hieraus ist ersichtlich, daß die Anwendung der oben experimentell gefundenen Zahlen auf große Beispiele keineswegs ad absurdum führt, sondern sich innerhalb der Grenzen der Wahrscheinlichkeit bewegt.

Von großem Einflusse ist in dieser Hinsicht noch die Wirkung der Streudecke des Waldbodens — mag diese nun aus abgefallenem dürren Laub oder aus einem Moospolster, wie in den älteren Nadelholzbeständen gebildet werden, so hindert sie stets in hohem Grade die Verdunstung des Bodenwassers, verstärkt also die im obigen schon entwickelte Wirkung des Kronenschlusses im Walde. Ueber diese Frage hat Prof. Dr. Ebermayer mittelst seiner mit Bodenproben gefüllten Evaporationsapparate eingehende Untersuchungen angestellt und als Hauptresultate gefunden[68]), daß im 5jährigen Mittel sämmtlicher Beobachtungen in dem Bestandesschlusse allein 47 Prozente von der im Freien verdunsteten Wassermenge in die Luft übergehen, während 53% dem Boden erhalten bleiben, daß aber die Wirkung der Streudecke in einer Herabminderung der Verdunstung auf 22% besteht, d. h. von zwei gleichmäßig mit Wasser durchfeuchteten Böden verliert der des freien Landes durchschnittlich 4½ mal so viel durch Verdunstung als der durch einen Holzbestand und einer Streudecke geschützte Waldboden.

Hieraus folgt mit Notwendigkeit, daß solche Waldungen, welche das Sammelgebiet einer Quelle bestocken, dem letzteren viel größere Menge tropfbar flüssigen Wassers erhalten und durch Einsickern zuführen, während umgekehrt umfangreiche Entholzungen auf solchen Terrains in Folge der ungewöhnlichen Steigerung der Verdunstung Mangel an Wasser zur Folge haben werden. In der That hat man auch schon vielfach Beobachtungen über diesen Zusammenhang gemacht, worüber der deutschen Forstversammlung in Eisenach verschiedene Mitteilungen zugingen und was insbesondere durch Marchand und Choiseul-Gout-

67) Statistik des Deutschen Reiches XV. Band enthaltend „die deutschen Wasserstraßen“ S. 209.
68) Ebermayer „Gesammte Lehre der Waldstreu“ S. 183.

tier, Gautieri ꝛc. bezüglich Italiens und Griechenlands konstatiert wurde. Ueberhaupt ist dieser Gegenstand in einer ungemein zahlreichen Literatur besprochen worden, so daß es unmöglich ist, in den Rahmen dieser Abhandlung nur einen Ueberblick über die vielen Reiseberichte aus Syrien, Palästina, die amtlichen Gutachten und Petitionen, welche namentlich die französische Forstliteratur aufweist zu geben[69]). Nur ein Zitat aus einer Denkschrift von J. A. Blanqui (1843) über die Alpen der Provence möge hier eine Stelle finden:

„Man kann sich in unseren gemäßigten Gegenden keinen Begriff von diesen brennenden Bergschluchten machen, wo es nicht einmal einen Busch giebt, um einen Vogel zu schützen; wo der Reisende nur da und dort einen ausgetrockneten Lavendelstengel antrifft; wo alle Quellen versiegt sind; wo ein düsteres, kaum vom Gesumme der Insekten unterbrochenes Schweigen herrscht. Auf einmal, wenn ein Gewitter losbricht, wälzen sich in diesen geborstenen Becken von der Höhe der Berge Wassermassen herab, welche verwüsten, ohne zu befeuchten, überschwemmen ohne zu erfrischen, und den Boden durch ihre vorübergehende Erscheinung noch öder machen, als er durch ihr Ausbleiben war.

Endlich zieht sich der Mensch zuletzt aus diesen schauerlichen Einöden zurück und ich habe in diesem Jahre nicht ein einziges lebendes Wesen in Ortschaften angetroffen, wo ich vor dreißig Jahren Gastfreundschaft genossen zu haben mich recht gut erinnere.“

§ 25. In Folge der geschilderten Vorgänge findet man in der Regel in gut bewaldeten Gebirgen, namentlich in den deutschen Mittelgebirgen sowie am Nordabhange der Alpen eine konstante Speisung der Bäche und Flüsse, deren Wasserstand sich innerhalb gewisser durch die Jahreszeit bedingter Schwankungen aber ohne exzessive und schädliche Extreme bewegt. Im Gegensatze hiezu stehen die entwaldeten Südabhänge der Alpen in Tyrol, namentlich die westlichen der Provence sowie die Apenninen, wo das Regime der Gewässer sich durch ungewöhnliche Extreme der Trockenheit und der Ueberflutungen auszeichnet. Allerdings mag schon die Exposition der Gebirge, die Richtung ihres Zuges quer gegen die feuchten Windströmungen sowie die relative höhere Feuchtigkeit der aus dem Südwesten kommenden Luftströmungen in diesen Gegenden von vornherein eine Disposition zu abnormen Niederschlagsmengen veranlassen, allein die Thatsache bleibt bestehen, daß der Mensch in unverantwortlichem Leichtsinne den einzigen von Natur gegebenen Schutz, den Wald vernichtet hat. Es waren namentlich die großen Ueberschwemmungen der Rhone im laufenden Jahrhundert, welche die allgemeine Aufmerksamkeit nicht blos in Frankreich, sondern in Europa auf diese Frage der Walderhaltung im Interesse der Regulierung des Wasserstandes gelenkt haben. Eine ganze Literatur ist hierüber entstanden und besonders im Beginne der sechsziger Jahre und unter dem zweiten Kaiserreiche hat man sich auch von Seiten der Regierung lebhaft mit der Wiederbewaldungsfrage (die im nächsten Abschnitte betrachtet werden soll) beschäftigt. Auf experimentellem Weg suchten Jeandel, Contégril und Baullaud[70]) die Wirkungsweise des Waldes auf Erhaltung und Bindung der wässerigen Niederschläge darzuthun, während die Praktiker auf eine wirksame Bekämpfung der Gefahren durch Schutzbauten und durch Aufforstungen sannen. Auch in der Schweiz haben wiederholte Überschwemmungen des Rheines und seiner seitlichen Zuflüsse Veranlassung gegeben, die Wirkungen des Waldes auf eine geregelte Ableitung der Gewässer näher ins Auge zu fassen; hier war es vor Allem die Aufgabe, durch Belehrung eine allgemeinere und klarere Erkenntnis der Gefahr, welche aus der Mißwirtschaft im Walde entspringt, in möglichst weite Kreise zu bringen — eine Aufgabe, welche Landolt und Coaz sowie überhaupt die Forstverwaltung der Schweiz mit rühmlicher Energie und Ausdauer erfüllt haben.

Ohne in das außerordentlich ausgedehnte Detail der Wasserstanderhaltungsfrage hier

---

69) Ich verweise deshalb auf Jacquemart »Bibliographie forestière française«. Paris 1852. Bureau des Annales forestières.

70) Etudes experimentales sur les inondations 1862. Bericht an die Akad. der Wissenschaften 144. S. 8.

näher einzugehen[71]), möge nur noch auf die Frage eingegangen werden, ob die statistischen Nachweisungen der Pegelbeobachtungen an den Flüssen ein beweiskräftiges Material für diese Veränderungen geben. Es wurde nemlich die Einwendung gemacht, daß einzelne Flüsse ihren mittleren Wasserstand gar nicht, andere im Sinne einer Erhöhung, andere in dem einer Senkung verändert haben, obgleich in ihrem Oberlauf Entwaldungen vorgekommen sind. Allein bei den umfangreichen Flußkorrektionen, Durchstichen, Vertiefungen der Rinnsale sowie Anlagen von Stauwerken u. s. w. giebt der Pegelstand allein noch keinen Maßstab für die beförderte Wassermenge ab, sondern es müßten zu diesem Zwecke Geschwindigkeitsmessungen in Verbindung mit Profilaufnahmen stattfinden, weil durch die genannten Korrektionen sich die Geschwindigkeiten sowie die Querprofilflächen wesentlich verändert haben.

Jedenfalls lehrt die tägliche Erfahrung unwidersprechlich, daß ein Wald mit dichter Bodendecke die atmosphärischen Niederschläge in seinen obersten humusreichen Schichten zurückhält, deren Abfluß verzögert und gleichzeitig die allzugroße Durchlässigkeit vieler Geröll- und Sandsteinböden durch seinen Humusreichtum paralysiert; durch diese Verhinderung des raschen Verschwindens der gefallenen Niederschlagsmengen wirkt der Wald ausgleichend auf die Extreme des Wasserstandes indem er eine *zeitliche* Verteilung des Abflußes zur Folge hat.

3. Bedeutung des Waldes als mechanisches Hindernis für die Befestigung des Bodens und der Schneedecke sowie für die Abschwächung der Winde.

§ 26. In innigem Zusammenhange mit dem soeben über die Regulierung der Gewässer Gesagten, steht die *Bindung des durch Verwitterung der Gesteine sich bildenden Bodens durch den Wald*, nur sind es hier nicht die meteorologischen Faktoren der Temperatur und Feuchtigkeit, sondern in der Hauptsache rein mechanische Ursachen, auf denen seine Wirkung beruht. Nachdem bereits nachgewiesen wurde, welch große Niederschlagsmengen in den Hochlagen der Gebirge zu Boden gelangen — in den Zentralalpen 1600—2000 mm pro Jahr — ja 100—130 mm an einem Tage — ist es leicht erklärlich, daß diese Flüssigkeitsmengen eine große lebendige Kraft erreichen, wenn sie ohne ein Hindernis zu finden auf kahlem Felsgestein wie auf einem Dache abstürzen. Bei einem Fallraum von oft Hunderten ja Tausenden von Metern kommen die über offenen Boden abfließenden Gewässer mit außerordentlicher Geschwindigkeit und Kraft zu Thal und greifen hiebei den lockeren Boden oder das durch Verwitterung aufgelockerte Gestein an, indem sie sich mit Detritus und Geröll um so mehr beladen, je leichter das Gestein nach seiner geognostischen Beschaffenheit der Verwitterung und Abschlämmung unterliegt. Vorzüglich die schieferigen Bildungen der verschiedenen geologischen Formationen, die mergel- und lehmhaltigen Schichten, namentlich aber die ehemaligen Gletscherbildungen (Morainenschutt) unterliegen dieser Auswaschung sehr stark. Solange der geschlossene, gut konservierte Wald diese Gehänge überzieht, hält er mittelst seines dichten Wurzelnetzes das lose Erdreich und die verwitternden Gesteinsmassen fest zusammen und breitet über dem Ganzen ein dichtes Polster von Moos und Nadeln aus, deren hygroskopische Eigenschaften die Aufsaugung großer Wassermengen gestattet; denn 1 cbm Moos vermag 280 Liter Wasser zurückzuhalten. Da außerdem das Kronendach des Waldes 24% der Niederschläge wenigstens für einige Zeit aufhält und deren Abfluß verzögert, so ist die Folge eine durch tausend kleine Hindernisse verursachte Abschwächung der Geschwindigkeit und mechanischen Gewalt

---

71) Ich verweise nur auf A. *Gümbel* „Die Hochwasser des Rheines und seiner Nebenflüsse“ Allg. F. u. J. 1883 und *Koch* „Das schnelle Anschwellen der Gebirgswasser“. Trier 1883. Stephanus. *Honsell* „Die Hochwasser-Katastrophen im Rhein im November und Dezember 1882“. Berlin. *Frauenholz* „Denkschrift betreff. die bessere Ausnützung des Wassers“ ꝛc. München. Th. Ackermann.

des abfließenden Regen- und Schneewassers. Es verteilt sich daher dieselbe Wassermenge im Walde in eine große Zahl kleiner Wasseradern, welche, wenn sie nebenan auf kahlem Terrain fiele, sich schnell zu reißenden Wildwassern vereinigen würde. Die Wurzeln, Stöcke und Stämme bilden wiederum ebensoviele Stützen für die Streu und den Boden, so daß auch bei starken Regengüssen nur ein allmäliges Ansteigen der Gewässer und der Abfluß reinen Wassers erfolgt. Sind aber durch kahlen Abtrieb der Stämme größere Flächen der Gehänge blos gelegt, so fällt der Zusammenhalt der Verwitterungsprodukte, der Feinerde und Gesteinstrümmer hinweg, es fehlt auch jedes Hindernis für die Abschwächung der Geschwindigkeit des Wassers und so folgt der seines Zusammenhangs beraubte Boden, aufgewühlt und zu einem lavaähnlichen Brei aufgelöst als „Muhr“ den zu Thal stürzenden Wassermassen. In allen entwaldeten Gebirgsländern sind daher die Wildbäche eine ständige Gefahr für die ganze Gegend. Wildbäche sind nemlich nicht, wie man aus dem Namen schließen könnte, Gewässer von bestimmtem Laufe, sondern es sind trockene Rinnen, zuweilen Schluchten von kurzem aber steilem Verlaufe, welche nur zeitweise bei größeren Regengüssen oder beim Schneeabgang Wasser führen; diese periodischen Güsse wühlen aber in den Sammelbecken das Erdreich und das lose Gestein auf und führen es mit großer Vehemenz thalwärts, wobei häufig Unterwaschungen ganzer Gehänge (Abplaickungen) stattfinden und Erdstürze veranlaßt werden. Diese Massen von Geschiebe und Gerölle lagern sich dann nach einem längeren oder kürzeren Laufe in dem sog. „Abflußkanale“ am Ausgang der Rinnen in den flachen Thälern ab, wo sich infolge der Verlangsamung der Geschwindigkeit alle schwereren Bestandteile des Detritus in Form sog. „Schuttkegel“ anhäufen. Wie beträchtlich die hier in Betracht kommenden Geröllmassen sind, ergiebt sich aus einer Berechnung von Demontzey, wornach bei einem einzigen Muhrgang 169 000 cbm feste Masse mit 65 000 cbm Wasser zu Thal kamen. Außer den eigentlichen Wildbächen durchfurchen aber zahlreiche kleinere Risse und „Runsen“ das kahle Gebirgsterrain, welche häufig die Anfänge oder die obersten Verzweigungen der Wildbäche bilden, so daß der Anblick einer von zahlreichen Wildbächen durchwühlten Gebirgslandschaft ein grauenhaftes Bild der Verödung darbietet. Abgesehen von der vollständigen Unfruchtbarkeit der Gehänge selbst besteht der Schaden dieser durch die fortschreitenden Entwaldungen immer größere Dimensionen annehmenden Alpenplage in der Überschüttung der fruchtbaren, oft hochkultivierten Thalgründe mit ihren Dörfern und Gehöften, in der Zerstörung der Gebäude und Brücken und in der ständigen Überschwemmungsgefahr, welche aus der Verstopfung und Versandung der regelmäßigen Flußbette resultiert. Höchst malerisch schildert Blanqui den Anblick der in Thätigkeit getretenen Wildbäche folgendermaßen:

> „Keine menschliche Zunge vermöchte ein recht anschauliches Bild von ihren Verwüstungen im Augenblicke jener plötzlichen Anschwellungen zu geben. Da sind keine überfließenden Bäche mehr, sondern wahre Seen, die in Wasserfällen dahinrollen und Steinmassen vor sich hertreiben, welche durch die Fluten dahingejagt werden. Zuweilen kommen solche Kieselstein-Mauern allein heran ohne Begleitung eines sichtbaren Wasserfalles, dann ist ihr Getöse stärker als Donnergekrach. Ein heftiger Wind zieht ihnen voran und verkündet ihr Nahen, sodann sieht man schlammige Wassermengen und nach Verlauf einiger Stunden ist Alles in die düstere Stille zurückgekehrt, die über diesen Orten schwebt.“

Gegenüber dieser ständigen Gefahr, welche namentlich in den Alpen der Provence seit den großartigen Entwaldungen infolge der Revolution von 1789 gewaltige Dimensionen angenommen hatte, ergriff zuerst der Staat und in dessen Auftrag die französische Forstverwaltung umfassende Maßregeln, welche das Übel durch das entgegengesetzte Mittel seiner Ursache die Wiederbewaldung der Gebirge bekämpften, womit sich jedoch zugleich alle Hilfsmittel der Hydrotechnik vereinigten, um eine Beruhigung und Unschädlichmachung der Wildbäche herbeizuführen. Zunächst wurde durch die Gesetze vom 28. Juli 1860 und vom 8. Juni 1864 die Verbesserung des Laufes der Gewässer durch Wiederbewaldung und die Wiederherstellung der Produktivität des Bodens sowie die Verbauung

der Wildbäche als ein Gegenstand der öffentlichen Wohlfahrt erklärt und in die Hände der Regierung gelegt. Zur Ausführung geben diese Gesetze zwei Wege an, nemlich 1) den facultativen der staatlichen Unterstützung von Aufforstungs-Arbeiten, welche Gemeinden freiwillig unternehmen, dann 2) die zwangsweise Wiederbewaldung mittelst zeitweiser Expropriation, wobei den Eigentümern die Möglichkeit gelassen ist, die aufgeforsteten Flächen durch Rückersatz der Kosten oder Ablassung der halben Fläche an den Staat wieder zurück zu erwerben.

Die Ausführung der in diesen Gesetzen vorgesehenen Arbeiten fand Seitens der französischen Forstverwaltung in großartigem Maßstabe statt, wobei außer den eigentlichen Aufforstungen namentlich sehr bedeutende Wildbachverbauungen und Uferversicherungen zur Ausführung kamen, deren technisches Detail von seinem geistigen Urheber, dem hochverdienten Oberforstmeister P. Demontzey in seinem interessanten Werke „Traité pratique du reboisement et du gazonnement des montagnes“ [72]) ausführlich geschildert worden ist. Es ist hier nicht der Platz die Technik der Wiederbewaldung zu beleuchten, dagegen mögen einige Angaben über den Umfang und über die Wirkungen hier ihre Stelle finden: Vom Jahre 1861 bis Ende 1877 war eine Fläche von 74 532 ha Gebirgsland aufgeforstet worden bezw. neu berast, diese Arbeiten samt den Thalsperren, Wasser- und Uferbauten erforderten ca. 14¼ Millionen Frcs. Die günstigen Erfolge, welche diese Arbeiten in der thatsächlichen Bändigung der Wildbäche fanden, ermutigten zu weiterer Ausdehnung derselben, so daß schon im Jahre 1879 der Minister für Handel und Ackerbau einen Plan entwickeln konnte, wornach innerhalb der nächsten 60—80 Jahre weitere 758 000 ha Gebirgsödungen in 21 Departements der Alpen, Pyrenäen und Sevennen mit einem mutmaßlichen Aufwand von 150 Millionen Frcs. allmählig wieder bewaldet bezw. wiederberast werden sollten, ungerechnet 72 Millionen Frcs. für Grunderwerbungen. Bis Ende 1885 sollen an 600 Wildbächen ca. 100 000 ha mit beiläufig 150 Millionen Frcs. Kosten bereits fertig gestellt worden sein, welche während verschiedener Hochwasser Gelegenheit hatten, sich bestens zu bewähren.

Auch in Österreich wendet man nach den großen Überfluthungen in Tyrol und Kärnten im Jahre 1882, welche ebenfalls die verheerenden Wirkungen vieler Wildbäche gezeigt hatten, den Wildbachverbauungen und Wiederaufforstungsarbeiten gesteigerte Aufmerksamkeit zu. Nach einem kürzlichen vom k. k. Oberforstrath Salzer im österreichischen Forstkongreß gehaltenen Referat zählt man in Tyrol südlich vom Brenner 522 Wildbäche, welche einer rationellen Verbauung bedürfen nemlich 171 im Pusterthal, 91 im Eisack- und Etschgebiete, 106 im Bezirk Trient und 154 in anderen Teilen Südtyrols, wobei ganz Nordtyrol und die Gegend von Meran gar nicht mitgerechnet sind.

In Kärnten zählt man 183 größere und kleinere Wildbäche, darunter die größten und gefährlichsten im Möllthale, in Salzburg 30. Gegenwärtig sind in vielen dieser Gegenden Arbeiten im Gange und in Tirol schätzt man die Zahl der im Bau begriffenen Wildbäche auf 100. Außerdem zählt man in Oberösterreich, in Steyermark, Dalmatien und in den Karpathenländern Wildbäche von nicht unbedeutender Zahl. Nähere Details hierüber enthält das neueste Werk von Prof. Dr. A. von Seckendorf „Zur Geschichte der Wildbachverbauung in Österreich“. Wien 1886. Auch in Italien werden dringende Aufforderungen an die Regierung gerichtet, die Wiederbewaldung des Apennin und der Südabhänge der Alpen in Angriff zu nehmen, da der Po jährlich dreimal mehr Land abreißen soll, als dies im vorigen Jahrhundert der Fall war [73]). Im December 1882 wurde infolge dessen ein Gesetzentwurf der Kammer der Deputierten vorgelegt, wornach im ganzen

72) Paris bei J. Rothschild erschienen und von Prof. Dr. A. v. Seckendorff übersetzt und in Wien 1880 von Gerold S. verlegt.

73) K. Eheberg „Agrarische Zustände Italiens“. Leipzig 1886. Dunker u. Humblot.

allmälig 3876 qkm Ödflächen aufgeforstet werden sollten, die Kosten waren pro qkm (= 100 ha) mit 8400 M. einmaligen Auslagen und 993 M. für ständige Unterhaltung taxiert, so daß für Italiens Wiederbewaldung über 32 ½ Millionen M. in Ansatz zu bringen sein dürften.

§ 27. Aus diesen großen Anstrengungen, welche die Staaten Europas machen müssen, um die enormen Nachteile der planlosen Entwaldung von der gefährdeten Einwohnerschaft ganzer Provinzen abzuwenden, aus diesem Kostenaufwande von hunderten von Millionen ergibt sich die Notwendigkeit, den Gebirgswald da, wo er noch vorhanden ist, als ein wichtiges öffentliches Gut zu behüten, ihn als eine Art von Nutzkapital wie z. B. Strombauten und andere Sicherheitsvorrichtungen zu betrachten, dessen Funktionen im Haushalt der Nationen höher veranschlagt werden müssen, als die Rente, welche er seinem jeweiligen Besitzer durch seinen Holzertrag liefert.

In richtiger Erkenntnis dieser Bedeutung der Wälder als Schutzwehren gegen eine Reihe von Elementarereignissen, durch welche in Gebirgsgegenden die menschliche Kultur bedroht ist, haben daher schon im Mittelalter Bannlegungen solcher Wälder in den Hochlagen der Alpen, an steilen Lehnen und in dem zu Abrutschungen neigenden Terrain stattgefunden. In der Schweiz und Tyrol waren es die Gemeinden selbst, welche die Bannlegung solcher die Gegend schützenden Wälder besorgten, in anderen Gegenden geschah dies im Wege der landesherrlichen Forstordnungen und in der Gegenwart sind es die verfassungsmäßig zu Stande gekommenen Gesetze, welche in einzelnen Ländern z. B. in Bayern die Eigenschaften derjenigen Waldungen präzisieren, die als Schutzwaldungen eine Ausnahme von der Regel der freien Bewirtschaftung des Eigentums bilden. In der Regel untersagen die Gesetze bei Strafe den kahlen Abtrieb in Schutzwaldungen (z. B. in Bayern und Württemberg), während in Österreich das kaiserl. Patent vom 3. Dezember 1852 bestimmt.

§ 6. „Auf Boden, der bei gänzlicher Freilegung in breiten Flächen leicht fliegend wird und in schroffer, sehr hoher Lage sollen die Wälder lediglich in schmalen Streifen oder mittelst allmäliger Durchforstung abgeholzt werden. Die Hochwälder des oberen Randes der Waldvegetation dürfen jedoch nur im Plenterbetriebe bewirtschaftet werden."

§ 7. „An den Ufern größerer Gewässer, ... dann an Gebirgsabhängen, wo Abrutschungen zu befürchten sind, darf die Holzzucht nur mit Rücksicht auf Hintanhaltung von Bodengefährdung betrieben werden."

In Preußen bezeichnet das Gesetz vom 6. Juli 1875 die Fälle, unter welchen ein Wald auf Antrag der Interessenten durch das Gericht als Schutzwald erklärt werden kann. Hinsichtlich des Details dieses Gegenstands wird auf das Gebiet der Forstpolitik verwiesen.

§ 28. Außer den im Vorstehenden bezeichneten Gefahren der Bodenabschwemmung, der Überfluthung oder des unregelmäßigen Regimes der Gewässer, sind aber noch eine Reihe von Rücksichten zu nennen, nach welchen der Wald für das öffentliche Wohl in Betracht zu kommen hat. In den Hochgebirgen sind es namentlich die Lawinen, gegen welche bewohnte Orte oder frequente Straßen durch einen permanenten Gürtel von hohem Holz geschützt werden müssen. Hier ist es also vorzüglich der mechanische Wiederstand der Stämme und Äste, welcher die Entstehung der Zusammenballung oder des gleichzeitigen Hinabgleitens ausgedehnter Schneefelder bei eintretendem Thauwetter verhindern soll. In Anbetracht der Gefahr rechtfertigt sich auch hier der gesetzliche Eingriff in die Freiheit des Privateigentumes, welcher in dem Verbot des kahlen Abtriebes ausgedrückt ist.

Ähnliche Gefahren können der Gesamtheit, wie dies schon in dem österreichischen Gesetze hervorgehoben ist an den Flüssen durch Uferabrisse zugehen, sobald die Wälder, welche mit ihren Wurzeln das Erdreich zusammenhielten, gefällt werden. Man findet deshalb an vielen Flüssen das Ufer mit Buschwaldungen innerhalb des Überschwemmungsgebietes bestockt, die zugleich bei Überschwemmung und Eisgang das angrenzende Gelände vor Zerstörung schützen.

In den Sandebenen des Tieflandes und an der Meeresküste verhindert der Wald die Bildung von Flugsand, teils durch die Erhaltung von Humus und Feuchtigkeit, teils durch den mechanischen Halt seiner Wurzeln, teils durch Abschwächung der Kraft der Sturmwinde. Überall wo daher ausgedehntere Sandländereien vorkommen, steht ein öffentliches Interesse an der Erhaltung der sie bedeckenden Wälder auf dem Spiele und die Gesetzgebung der Kultur-Staaten stellt solche Waldungen unter Kontrole so in Preußen, der § 2a. des obigen Gesetzes, in Bayern, während in Ungarn nach dem Gesetz von 1878 in denjenigen Wäldern, durch deren Entfernung die Verbreitung des Flugsandes gefördert würde, die Rodung, das Stock- und Wurzelgraben, die Weide und Streunutzung verboten ist. Von welcher Ausdehnung solche Ländereien sind, ergibt sich aus den statistischen Angaben[74]), welche für Preußen 37 448 ha, worunter 28 635 ha als für die Nachbarschaft gefährliche Sandschellen beziffern, für Frankreich aber 78 006 ha ausmachten.

Uebrigens beschränken sich die Staaten gerade in Hinsicht auf die Sandflächen und Dünen keineswegs blos auf Repressivmaßregeln mittelst Prohibitivgesetzen, sondern es wird in den Kulturländern als eine wichtige Aufgabe der Forstverwaltungen aufgefaßt, durch Aufforstungen der Sandschellen und Dünen, die Weiterverbreitung über das anstoßende Kulturland zu verhindern — eine Gefahr, der im Reggsbezirk Bromberg allein in den letzten 20 Jahren ca. 6000 ha unterlegen sind.

Der Schauplatz der ausgedehntesten Dünenaufforstungen war Frankreich, wo seitens des Ministeriums der öffentlichen Arbeiten 45 238 ha Dünen wieder bewaldet wurden, während die Forstverwaltung seit 1862 gegen 14 700 ha Dünen aufforstete, die Privaten dagegen 16 939 ha kultivierten. So kommt es, daß die Landes, ehemals ein unfruchtbarer Dünenlandstrich gegenwärtig das waldreichste Departement Frankreichs geworden sind.

§ 29. Aber selbst da, wo keine unmittelbaren Gefährdungen der Nachbarschaft zu befürchten sind, ist die Erhaltung des Waldes auf allen absoluten Waldböden eine höchst notwendige Maßregel und im Interesse der Gesamtheit dringend zu wünschen. Schon in der Einleitung haben wir die Grenzen betrachtet, bis zu welchen hinsichtlich der geographischen Breite sowie der vertikalen Erhebung der Wald noch gedeihen kann. Zwischen der Baumgrenze und dem landwirtschaftlichen benutzbaren Terrain liegt aber eine breite Region bezw. Zone, wo der Wald die alleinige Vegetationsform ist, die noch Produkte liefern kann, ebenso zieht die Steilheit des Terrains, die zu große Durchlässigkeit des Bodens 2c. auch außerhalb der Gebirge gewisse Grenzen, die der landwirtschaftliche Betrieb nicht zu überschreiten vermag und wo eine Düngung und Bearbeitung nicht rentiert, oder wo die Schafweide sich nicht lohnt. Wird auf solchen Flächen der Wald vernichtet, so sind ertraglose Ödflächen das Resultat — Flächen die für die menschliche Bedürfnisse oft gar keinen Ertrag liefern und nur aus Bergheiden, Steppen, Pusten oder Sandflächen bestehen. Für Österreich z. B. gibt der neue Kataster diese Ödflächen, welche z. Z. unproduktiv sind, jedoch zur Holzzucht geeignet wären auf über 4900 qkm d. h. nahezu ½ Million Hektar an, darunter allein in Dalmatien 264 400 ha — den Karst! Amtlich angeordnet wurde daselbst in den 3 Jahren 1878—80 die Auforstung von

140,7 qkm in den Alpenländern
25,4 „ im Küstenland und Dalmatien
60,5 „ in den Sudetenländern
82,6 „ in den Karpathenländern.

Für Ungarn gibt Bedö[75]) die unproduktiven Flächen auf 396 qkm an, wovon 285 qkm auf das eigentliche Ungarn, 111 qkm auf Kroatien und Slavonien entfallen.

---

74) Hagen-Donner „Die forstl. Verhältnisse Preußens". II. Bd. S. 30.
75) Bedö Beschreibung der Wälder des ungarischen Staates. Budapest 1885. III. Bd. S. 13.

In Frankreich[76]) sind allein	in den Staatsforsten:	in den Gemeindewäldern:
Ödflächen, die einen Ertrag abwerfen	147 qkm	58 qkm
„ die einer Aufforstung fähig sind	409 „	533 „
„ „ „ „ nicht fähig sind	753 „	434 „
im Ganzen	1309 qkm	1025 qkm

also ohne Einrechnung der Privatgründe 2334 qkm Ödland.

Die Gegend von Toulouse weist allein 542 qkm, Corsika 136 qkm Ödflächen auf, während man für ganz Frankreich diese Flächen auf 26 500 qkm schätzt, freilich incl. der Hochgebirge und der Kommunikationswege, also = 4,9% der Landesfläche. Viel höhere Prozentanteile des unproduktiven Geländes weist Großbritannien incl. Irland auf, wo 11,1% der Landesfläche, Griechenland, wo 15,2% Ödland sein soll, während hingegen im Deutschen Reiche nur 2,7% darunter zu rechnen sind, was offenbar nur der daselbst seit Jahrhunderten konsequent durchgeführten Pflege der Wälder zuzuschreiben ist.

Mit Recht ist daher in den letzten Decennien ein förmlicher Wetteifer der einzelnen Staaten entbrannt, diese ungeheuren ertraglosen Flächen der menschlichen Bedürfnisbefriedigung dienstbar zu machen, in Preußen sind nachdem schon 1854—61 durch die Aufforstungsarbeiten im Eifelgebiete ca. 8000 ha große Flächen in Bestand gebracht worden waren, durch das Gesetz von 1871 jährlich über 1 Million M. in das Ordinarium des Forstbudgets behufs Ankauf und Aufforstung von Ödgrundstücken eingesetzt worden, wodurch namentlich in den Haiden und Mooren an der Ems, Weser, in der Lüneburger Haide, sowie in Holstein alljährlich Bedeutendes zur Hebung der Landeskultur geschieht, diese Bestrebungen des Staates werden außerdem unterstützt durch die Provinzialverwaltungen, Kommunen und juridischen Korporationen sowie die Großgrundbesitzer. So hat z. B. die Klosterkammer in Hannover in den letzten 20 Jahren ihr Forstgebiet um fast 6000 ha, die Provinz Hannover das ihre in 8 Jahren um ca. 8000 ha vergrößert. Der umfangreichen Aufforstungsarbeiten Frankreichs wurde schon oben gedacht und es ist nur noch auf Rußland hinzuweisen, wo die Steppenaufforstung in den südlichen Gouvernements mit solcher Energie fortgesetzt wird, daß seit 1843 im Ganzen ca. 15 000 ha Steppenland auf Staatskosten, 7000 ha auf Kosten der Gemeinden und Privaten bewaldet worden sind, deren günstige Entwicklung zu fortwährend neuen Anstrengungen anreizt.

Es ist erfreulich, daß in unserer so gewohnheitsmäßig „egoistisch“ gescholtenen Zeit, fast alle Staaten sich große Opfer für das Wohl einer fernen Zukunft auferlegen, daß eine Reihe von Forsttechnikern ihre ganze Energie an die Lebensaufgabe setzen, die Wohlthaten des Waldes der Gesamtheit zu Gute kommen zu lassen und die wirtschaftlichen Sünden der vergangenen Generationen wieder nach Möglichkeit gut zu machen.

§ 30. Die Abhandlung über die Bedeutung der Wälder für das öffentl. Wohl würde unvollständig sein, wenn die so vielfach behauptete sanitäre Wirkung derselben unerwähnt bliebe. In der That haben sowohl in Europa als namentlich in tropischen Ländern verschiedene eklatante Fälle gezeigt, daß Gegenden, welche früher ein gesundes Klima hatten, nach der Zerstörung der Wälder von Fieberluft erfüllt wurden, so namentlich in Südkarolina und Ostindien. Umgekehrt haben mannigfache Erfahrungen gezeigt, daß schädliche endemische Sumpffieber durch Anpflanzung von Bäumen und Wäldern zum Verschwinden gebracht wurden, wie z. B. in den toskanischen Maremmen oder in den viel besprochenen Eucalyptus-Kulturen beim Kloster Tre fontane in der Campagna di Roma. Ein ähnliches Beispiel teilte mir Herr von Kern kais. russ. Oberförster mit, welches die Wirkung der im vorigen § erwähnten Steppenaufforstungen betrifft. Die deutschen Kolonisten am Milchflusse (Molotschnaja) versichern nemlich, daß seit den Aufforstungen längs

76) Nach der Statistique forestière. Paris 1878. Impr. nationale.

des Flußufers die vorher in dieser Gegend stets vorgekommenen eigentümlichen Fiebererscheinungen in auffälliger Weise selten geworden sind. In Deutschland soll nach Schulzen [77]) die Bemerkung wiederholt gemacht worden sein, daß die Weidenheeger eine sanitäre Einwirkung auf die Verminderung der Fieberfälle einer Gegend ausgeübt hätten. Diese Frage ist namentlich im Hinblick auf die Eucalyptus-Kulturen von Professor Perona [78]) eingehender beleuchtet worden, der zu der Schlußfolgerung gelangt, daß die Ursache in einer Entwässerung des versumpften Untergrundes durch Vermittlung der Baumwurzeln und Verdunstung der Blätter sowie infolge der besseren Durchlüftung des Bodens nach der Bearbeitung gesucht werden müsse. Möglicherweise wirkt der durch tausendfältige Verzweigungen in einander greifende Kronenschirm des Waldes nach Art eines sog. Luftfilters auf die Reinigung der Luft von Sporen der Spaltpilze und Bakterien. Prof. Dr. Ebermayer suchte auf experimentellem Wege dieser Frage näher zu treten, indem er ausgedehnte Untersuchungen des Ozongehaltes der Luft auf den Stationen des bayerischen Netzes anstellte, die allerdings einen auffallend hohen Ozongehalt bei allen Waldstationen gegenüber jenem der Städte ergaben. Auch seine Messungen des Kohlensäuregehaltes [79]), sowie des Sauerstoffgehaltes der Waldluft sind hieher zu rechnen, da sie für die Frage der sanitären Bedeutung des Waldes wertvolles positives Material ergeben, auf das hier aber nur hingewiesen werden kann.

Endlich erwähne ich noch das sozialpolitische Element, das in dem Gegensatze des freien Waldes gegen die Gebundenheit alles übrigen Eigentums liegt und das Prof. W. von Riehl als einen so mächtigen Faktor in der Entwicklung des Gefühlslebens des deutschen Volkes gefeiert hat. Die ethische und ästhetische Wirkung des Waldes auf das Volksleben, auf Geschmack und Kunstsinn ist niemals mit beredteren Worten gepriesen worden, als in seinem „Land und Leute;“ Jeder der diese von edler Begeisterung getragenen Worte liest, fühlt den hohen Wert dieser Betrachtungsweise, wenn sie auch ökonomisch zu den Imponderabilien gehört.

Die Forstwirtschaft vom privatwirtschaftlichen Gesichtspunkte aus betrachtet.

1. Die natürlichen Produktionsfaktoren der Forstwirtschaft.

Litteraturnachweis über Forstwissenschaft im Allgemeinen. Moser „Grundsätze der Forstökonomie“. Frankfurt u. Leipzig 1757. — Walther „Handbuch der Forstwissenschaft“. Ansbach 1787. — Jeitter „Versuch eines Handbuches der Forstwissenschaft“. Tübingen 1789. — Rau, W. G. „Anleitung z. deutschen Forstwissenschaft“. Mainz 1790. — Späth J. L. „Handbuch der Forstwissenschaft“. Nürnberg 1801. — Medicus L. W. „Forsthandbuch oder Anleitung zur deutschen Forstwissenschaft“. Tübingen 1802. — v. Seutter „Vollständig. Handbuch der Forstwissenschaft“. Ulm 1808 — Klein J. J. „Forsthandbuch“. Frankfurt 1826. — Hundeshagen „Encyklopädie der Forstwissenschaft“. Tübingen 1821. — Pfeil „Grundsätze der Forstwirthschaft“. Züllichau 1822. — Widemann „System der Forstwissenschaft“. Tübingen 1824. Hartig G. L. „Die Forstwissenschaft in ihrem ganzen Umfang“. Berlin, II. Aufl. 1831. — Cotta H. „Grundriß der Forstwissenschaft“. Dresden 1832. — Schultze J. C. L. „Lehrbuch der Forstwissenschaft“. Lüneburg 1841. — Liebich Chr. „Compendium der Forstwissenschaft“. Wien 1854. — Stahl G. „Handbuch der Forstwissenschaft“. Berlin 1858. — Fischbach C. Lehrbuch der Forstwissenschaft. Stuttg., II. Aufl. 1868. — Bernhardt „Waldwirthschaft u. Waldschutz“. Berlin 1869. — Heß R. „Grundriß zu Vorlesungen über Encyklopädie der Forstwissenschaft“. Gießen 1873. — Döhl „Waldungen und Waldwirthschaft“. Elberfeld 1876. — Roth C. „Wald und Waldbenutzung“. München 1880.

§ 31. Die Forstwirtschaft ist eine Bodenwirtschaft, wie die Landwirtschaft, der Gartenbau, der Obst- und Weinbau, d. h. sie sucht wie diese mittelst ökonomischer Benütz-

---

77) Schulzen „Die Korbweidenkultur“. Berlin 1884.
78) Allgem. Forst- u. Jagdztg. Januarheft 1885.
79) Dr. E. Ebermayer „Die Beschaffenheit der Waldluft“. Stuttgart 1885. F. Enke.

ung der im Pflanzenleben thätigen Naturkräfte und der zur Pflanzenernährung erforderlichen Stoffe des Bodens „organische Substanz“ für den Gebrauch der menschlichen Gesellschaft zu produzieren. Diese Produktion ist aber, wie uns die Physik lehrt, im Grunde genommen Nichts anderes als Umwandlung der lebendigen Kraft des Sonnenlichtes in „potentielle Energie“, indem diejenigen Teile des Sonnenspektrums, welche unserem Auge als besonders hell erscheinen, in den chlorophyllhaltigen Pflanzenzellen eine chemische Arbeit verrichten. Die Pflanze ist also das Mittel, um einen Teil der lebendigen Kraft der Ätherwellen des Sonnenlichtes zur Überwindung der chemischen Anziehungskraft zu benützen, welche zwischen den beiden Bestandteilen des Kohlensäuregases der Atmosphäre herrscht und um Stoffe zu kombinieren, in welchen diese Spannkraft fixiert ist. Chemisch betrachtet wird dabei Kohlenstoff aus dieser Verbindung mit Sauerstoff losgelöst und in andere sauerstoffärmere organische Verbindungen eingeführt, welche sich bei dem Assimilationsprozeß in der Pflanzenzelle bilden und die wägbare verbrennliche Substanz des Pflanzenkörpers bei diesem Vegetationsvorgang vermehren. Die charakteristischen Vorgänge bei dem Assimilations-Vorgange in der chlorophyllführenden Pflanze sind daher: die Absorption von Kohlensäuregas (Kohlendioxyd) aus der Atmosphäre, dessen Zerlegung in Kohlenstoff und Sauerstoff unter Einwirkung derjenigen Ätherwellen des Sonnenlichtes, welche zwischen 0,00039 bis 0,00068 mm Wellenlänge besitzen, Aushauchung des freien Sauerstoffgases und Bildung organischer Verbindungen aus dem assimilierten Kohlenstoffe. Welcher Art diese ersten Produkte des Assimilationsprozesses sind, läßt sich bis jetzt nur hypothetisch behaupten; nach der Liebig'schen Theorie würde durch fortgesetzte Desoxydationsvorgänge und Wasseraufnahme aus der Kohlensäure zunächst Oxalsäure und Ameisensäure dann Weinsäure, Äpfelsäure und Zitronensäure entstehen, während Professor von Baeyer annimmt, daß auf einem direkten Wege die Desoxydation von wässeriger Kohlensäurelösung zu Ameisensäure-Aldehyd und weiter durch Verdichtung zu Glykose wahrscheinlicher sei — eine Hypothese, welche durch die jüngst gelungene Darstellung einer Zuckerart aus dem Ameisensäure-Aldehyd eine bedeutende Stütze erhalten hat.

Wie dem auch sei, so haben diese Stoffe für die Praxis der Pflanzenzucht nur die Bedeutung von Durchgangsgliedern einer Reihe von weiteren physiologischen Umsetzungen der einmal gebildeten organischen Materie, als deren Endglieder eine nach Pflanzenarten wechselnde Menge von Cellulose, Lignose, Stärkemehl, Zucker, Harze, Eiweißstoffe und Gummi und verschiedene andere Stoffe im Pflanzenkörper aufgespeichert werden.

Die Forstwirtschaft unterscheidet sich in dieser Hinsicht nun wesentlich dadurch von dem Ackerbau und den übrigen landwirtschaftlichen Betrieben, daß ihre Nutzpflanzen nicht jährlich Ernten liefern und daß sie in erster Linie Cellulose und deren Umwandlungsprodukte erzeugen will, während letztere vorzüglich Stärkemehl und Proteïnstoffe, zuweilen auch Zuckerarten zu produzieren strebt. Nur bei gewissen forstlichen Betrieben legt man auf Gerbstoff- oder Harzgewinnung ein größeres Gewicht, als auf die Holzerzeugung.

§ 32. Wie in diesen Zielen der Produktion so unterscheidet sich auch bezüglich der dazu führenden Wege die Forstwirtschaft in charakteristischer Weise von den landwirtschaftlichen Betrieben. Erfahrungsgemäß verläuft nemlich der oben geschilderte Assimilationsprozeß nur bei Gegenwart einer Anzahl unorganischer Stoffe, die in Form von Salzen in der assimilierenden Pflanzenzelle vorhanden sein müssen und in wässeriger Lösung durch die Wurzeln aus dem Boden aufgenommen werden. Da diese Salze des Kaliums, Natriums, Calciums, Magnesiums, Eisens, des Phosphors, Schwefels und Siliciums sich nach der Verbrennung der Pflanzensubstanz als Asche vorfinden, so nennt man sie zusammen die Aschenbestandteile und bezeichnet sie in jener löslichen Form, wie sie im Boden vorkommen, als mineralische Pflanzennährstoffe. Während nun der Getreidebau, der An-

bau von Futter- und Handelsgewächsen beträchtliche Mengen der besonders beachtenswerten Nährstoffe Phosphorsäure und Kalium zu ihrer jährlichen Produktion erfordern, ist dies bei den Waldbäumen in viel minderem Maße der Fall, weil zur Holzerzeugung diese Stoffe erfahrungsgemäß nicht in solchen Mengen notwendig sind, als zur Bildung von Stärkmehl und Eiweißstoffen. Dazu kommt noch, daß die Waldbäume die im Boden gewöhnlich spärlicher enthaltene Phosphorsäure sowie das Kalium so zu sagen höchst sparsam verwenden, indem sie diese Stoffe aus den absterbenden Blättern im Herbst in den Stamm zurückziehen und im nächsten Jahre wiederholt zu den Assimilationsvorgängen verwenden, wie sie dieselben auch im Holzkörper aus den bereits fertig gebildeten inneren Partien entfernen und den im Wachsen begriffenen peripherischen Teilen des Splintes und Kambiums zuführen. Infolge dessen bedarf ein Kartoffelfeld zu einer mittleren Ernte pro ha an Phosphorsäure 3 mal mehr als 1 ha Buchenwald, 5 mal mehr als 1 ha Fichtenwald und 9 mal mehr als 1 ha Kiefernwald zur jährlichen Produktion, während der jährliche Kalibedarf des Kartoffelfeldes von jenem des Buchen-, Fichten- und Kiefernbestandes das 9fache, 13fache und 17fache ist.

Einen ziffermäßigen Ausdruck für die Mengen der einzelnen Aschenbestandteile, welche die Forstwirtschaft dem Boden durch ihre Ernten entzieht, haben zahlreiche Analysen geliefert, welche in den Laboratorien der forstlichen Versuchsanstalten und Akademien (darunter ca. die Hälfte von mir selbst) ausgeführt worden sind. Demnach entzieht man dem Waldboden durch die Produktion von 1 Festmeter Holz nachstehende Mengen dieser Stoffe:

Ein Festmeter Holz enthält Gramm:

Holzart und Alter	Gesammte Reinasche	Kali	Natron	Kalk	Magnesia	Eisenoxyd	Manganoxyd-oxydul	Phosphorsäure	Schwefelsäure	Kieselsäure
I. Im Derbholze										
Buche 50jährig . . .	2709	671	39	1175	280	48	32	200	61	187
„ 90 „ . . .	3850	1053	79	1518	441	75	62	157	78	387
„ 220 „ . . .	4038	781	64	2165	550	37	33	171	20	217
Trauben-Eiche 50jährig	5401	701	149	3980	159	35	11	202	45	106
„ „ 345 „	2116	565	152	1175	57	24	—	42	43	58
Birke 50jährig . . .	1792	318	13	591	254	21	296	141	10	148
Weißtanne 90jährig .	1885	608	10	236	159	43	684	111	43	41
„ 144 „ . .	1728	692	61	525	247	21	—	102	61	19
„ 150 „ . .	2449	391	13	1742	103	20	—	118	55	7
Fichte 100jährig . .	1629	230	22	750	117	44	285	56	27	95
„ 120 „ . . .	1691	274	25	879	223	41	47	78	44	80
„ 150 „ . . .	2317	343	10	1733	80	22	—	69	43	17
Lärche 45jährig . . .	1359	318	44	657	107	41	—	112	19	61
Kiefer	1100	166	6	683	115	8	5	69	15	33
II. Im Reisholze										
Buche 220jährig . .	5875	1737	135	2194	815	81	103	427	103	280
Trauben-Eiche 345jährig	11347	1683	206	7826	570	102	—	647	196	117
Birke 50jährig . . .	3795	798	42	1075	498	69	424	603	55	231
Weißtanne 90jährig .	10952	1945	80	1211	848	564	3542	1072	722	968
„ 144 „ . .	7613	1725	164	2249	1228	497	265	639	457	389
Fichte 100jährig . .	10973	1432	135	2146	672	222	1046	956	379	3905
„ 120 „ . . .	7323	1392	114	2374	997	258	157	581	185	1265
Kiefer	4676	793	104	2150	554	53	16	626	91	286
Ein Raummeter Waldstreu enthält durchschnittl. Gramm:										
Buchenlaubstreu . . .	4321	230	46	1910	282	119	—	243	84	1407
Fichtennadelstreu . .	6066	216	75	2716	311	125	28	286	94	2215
Weißtannenstreu . .	5072	352	71	3250	338	145	101	375	125	315
Kiefernnadelstreu . .	1480	153	65	600	153	50	80	117	54	208
Moosstreu	2602	640	119	460	211	153	69	401	139	410
Farnkräuter trocken .	3515	1252	142	431	243	57	266	287	122	715
Haidekraut	1102	142	72	237	103	45	57	74	45	327

Ein Hektar Wald bedarf zur Holzproduktion alljährlich Gramm:

Holzart und Alter	Gesammte Reinasche	Kali	Natron	Kalk	Magnesia	Eisenoxyd	Manganoxydoxydul	Phosphorsäure	Schwefelsäure	Kieselsäure
Buchenhochwald . . .	33600	7400	60	16100	4100	700	—	2200	400	2100
dto. auf Basaltboden	45710	7160	1450	22250	5750	270	500	4230	330	3740
Weißtanne, Thonschiefer	34340	9260	210	4120	2810	1140	11420	2530	1300	1550
dto. auf Granit . .	16930	5630	510	5080	2540	560	230	1170	760	450
Fichte, Thonschiefer .	29040	4080	370	10240	1980	710	4180	1630	680	5040
Kiefer auf Basalt . .	13440	2090	170	7680	1440	120	70	1120	220	530
dto. auf Sandboden der Mark . .	14860	2850	—	7250	1720	—	—	870	860	—
Durch Streunutzung wird dem Waldboden pro Hektar jährlich entzogen Kilogramm										
In Buchenbeständen :	185,54	9,87	1,99	81,92	12,22	5,11	—	10,45	3,62	60,36
„ Fichtenbeständen .	135,92	4,32	1,68	60,04	6,96	3,42	—	6,41	2,10	49,60
„ Kiefernbeständen .	46,52	4,34	2,04	18,37	4,80	4,07	—	3,68	1,69	6,52

Diese Mengen des jährlichen Bedarfes an Aschenbestandteilen drücken das Maß der Ansprüche, welche die Forstgewächse an die Bodenfruchtbarkeit stellen, wenigstens nach dieser einen Hinsicht aus. In Bezug auf das gegenseitige Verhältnis dieser Ansprüche zeigen die Zahlenreihen für Stammholz, daß wenn der Kaligehalt von 1 Festmeter Kiefernholz als Einheit gesetzt wird,

die Buche 4—6½ mal mehr
„ Eiche 3¼—4 „ „
„ Tanne 2½—3½ „ „
„ Lärche 2 „ „
„ Birke 2 „ „
„ Fichte 1½—2 „ „

enthält. Ebenso übertrifft in bezug auf den Phosphorsäuregehalt jede der Holzarten das Kiefernholz, nemlich

die Buche 2¼—3 mal
„ Eiche 3 „
„ Tanne 1½—1¾ „
„ Lärche 1½ „
„ Birke 2 „
„ Fichte nur unbedeutend.

In der abfallenden Streu der Buche ist zwar pro Raummeter weniger an diesen beiden Stoffen enthalten, allein in dem Anfall pro ha verhält sich die Phosphorsäuremenge des Kiefernbestandes zu jener der Fichte und Kiefer nahezu wie 1 : 2 : 3. Demnach drücken diese Ergebnisse in exakter Weise dasselbe aus, was die tägliche Erfahrung der Praxis über die Verschiedenheit der Anforderungen unserer Waldbäume an die Bodengüte lehrt. Wenn man aber vollends diese Zahlen mit den korrespondierenden der landwirtschaftlichen Produkte[80]) vergleicht, so ergiebt sich mit mathematischer Schärfe der große Unterschied zwischen den anspruchsloseren forstlichen Gewächsen und den landwirtschaftlichen Nutzpflanzen. Daraus folgt mit Notwendigkeit:

1) daß die Waldbäume mit gleichen Kali- und Phosphorsäuremengen eine viel größere Jahresproduktion an organischer Substanz bewirken, als die Gewächse des landwirtschaftlichen Betriebes;

80) Dr. E. Wolff „Aschenanalysen von land- und forstwirtschaftlichen Produkten". I. Teil 1871. II. Teil 1880. Berlin, P. Parey.

2) daß ferner eine Bodenerschöpfung durch den forstlichen Betrieb nicht so leicht zu befürchten steht, soferne der Streuabfall dem Waldboden verbleibt;

3) daß ein jährlicher oder periodischer Ersatz mittelst Düngung im Forsthaushalt nicht notwendig ist, ausgenommen bei Erziehung von jungen Pflanzen im Saat- und Pflanzbeete, wegen des großen Kali- und Phosphorsäurereichtumes dieser jungen, noch zarten Pflanzenteile und wegen der geringen Verbreitung der Wurzelstränge im Boden.

4) daß ein Forstbetrieb noch auf Böden stattfinden kann, welche aus Mangel an genügenden mineralischen Nährstoffkapitale für landwirtschaftliche Zwecke unbenützbar sind oder die durch Raubbau in ihrer Fruchtbarkeit zu sehr geschwächt wurden, um noch landwirtschaftliche Ernten hervorzubringen.

5) Daß die Bäume durch ihre tief gehenden Wurzeln Nährstoffe vom Untergrunde emporheben nnd durch das fallende Laub den obersten Bodenschichten zuführen, diese also bereichern,

6) daß die Baumarten vor Allem viel Kalk und Magnesia zu ihrem Wachstum bedürfen und zwar oft mehr als landwirtschaftliche Nutzpflanzen.

§ 33. Ein ähnliches Verhältnis, wie soeben bezüglich des Kali- und Phosphorsäurebedarfes gezeigt wurde, waltet auch in bezug auf den Stickstoffbedarf der forstlichen Betriebe gegenüber den landwirtschaftlichen. Die Untersuchungen zahlreicher[81]) Agrikulturchemiker haben gezeigt, daß den Pflanzen die Fähigkeit abgehe, den freien Stickstoff der Atmosphäre zum Aufbau ihrer stickstoffhaltiger Bestandteile zu verwenden, sondern sie sind mit ihrem Bedarf hieran auf die Verbindungen des Ammoniaks, die salpetersauren und salpetrigsauren Salze im Boden und im Regenwasser angewiesen. Der Boden enthält aber in seinem natürlichen Zustande nur relativ geringe Mengen von Ammoniaksalzen und Nitraten, die sich in der Regel erst durch die vorausgehende Vegetation ansammelten und aus den natürlichen Stickstoffquellen der Atmosphäre z. B. elektrische Entladungen, Verdunstungsvorgänge ꝛc. herstammen. Aus mehrjährigen Beobachtungen der Regenmengen und Bestimmungen der Mengen des darin in Form von Ammoniak und Nitraten enthaltenen Stickstoffs an verschiedenen Stationen ergab sich, daß alljährlich im großen Durchschnitte 11¼ bis 12¾ kg pro ha gebundener Stickstoff durch die atmosphärischen Niederschläge zu Boden gelangen. Der Boden selbst enthält namentlich in den angeschwemmten Thonböden gewisse Quantitäten gebundenen Stickstoffes, die aber durch eine Reihe von Ernten meist bald erschöpft werden, denn der Landwirt entzieht nach den Versuchen von J. H. Gilbert und Lawes pro Jahr und Hektar

in einer	Waizenernte	durchschnittlich	23	kg geb. Stickstoff
" "	Gerstenernte	"	20	" " "
" "	Hülsenfrüchtenernte	"	35	" " "
" "	Heu- und Kleeernte	"	37	" " "

nach Graf zur Lippe-Weissenfeld aber

in einer	Waizenernte	62,4	kg
" "	Kartoffelernte	60,9	"
" "	Roggenernte	51,8	"
" "	Rotklee	95,8	"

also viel mehr, als der Boden durch die atmosphärischen Niederschläge jährlich wieder zugeführt erhält. Hieraus erklärt sich die Notwendigkeit der Stickstoffdüngung d. h. der Zu-

81) Außer den Versuchen von Boussingault, J. v. Liebig, Gilbert u. Lawes sind namentlich jene von Barral, Bobierre, Bineau, Neßler, Knop u. Wolff, Fresenius, Gräger, Hünefeld, Kamp, de Porre, Bille sowie die gleichzeitig im Jahre 1866—67 an sämmtlichen preußischen Versuchsanstalten vorgenommenen Untersuchungen zu nennen. In forstl. Beziehung sind die Untersuchungen von Krutzsch, Chevandier, Fliche, Grandeau und J. v. Schröder besonders wichtig.

fuhr von Ammoniaksalzen oder von Nitraten, von denen jede für einzelne Gewächse ihre spezifischen Vorzüge vor der anderen besitzt; für die meisten landwirtschaftlichen Nutzpflanzen ist aber die Zufuhr animalischer Abfälle gemengt mit Streumaterialien die günstigste Form des Rückersatzes.

Es ist nun Angesichts dieser Erfahrungen der Landwirtschaft von hohem Interesse, einen Einblick in die Lebensökonomie des Waldes bezüglich der Stickstoffausfuhr und Zufuhr zu erhalten. Nach Dr. J. v. Schröder ist der Jahresbedarf an Stickstoff von 1 ha Wald in Kilogramm:

	Buchenhochwald,	Fichten,	Tannen,	Birken,	Kiefern
zum Holzzuwachs	10,34	13,20	13,26	7,22	—
zur Streuerzeugung	44,35	31,92	—	—	28,94
Summa	54,69	45,12	—	—	—

Hieraus ergiebt sich die wichtige Schlußfolgerung, daß die forstliche Produktion sehr hohe Ansprüche an den Stickstoffgehalt (resp. den Ammoniak- und Nitratgehalt des Bodens stellt, sobald man die Streu dem Boden entzieht; die alljährliche Holz- und Streuerzeugung kommt bezüglich ihres Stickstoffbedarfes den landwirtschaftlichen Durchschnittsernten nahe und übertrifft sie sogar teilweise, so daß ein fortgesetzter Streuentzug nebst Holznutzung den Boden in verhältnismäßig kurzer Zeit ebenso erschöpfen muß, wie dies beim Ackerbau längst anerkannt ist. Hingegen zeigen vorstehende Zahlen, daß bei einer Belassung der Streu im Walde die Holzproduktion allein nicht im Stande ist, eine stetige Verminderung und Erschöpfung des Stickstoffvorrates im Boden herbeizuführen, weil die Durchschnittsmenge von 10—13 kg pro Jahr und ha durch den mittleren Jahresbetrag des in den atmosphärischen Niederschlägen enthaltenen gebundenen Stickstoffes wieder ersetzt wird. Die natürlichen Stickstoffquellen der Atmosphäre halten daher dem Bedarfe der bloßen Holzerzeugung das Gleichgewicht und der von Streunutzung verschonte Wald bedarf keines künstlichen Ersatzes in Form von Ammoniaksalzen und Nitraten. Diese Thatsache ist in wirtschaftlicher Hinsicht deshalb sehr bedeutungsvoll, weil in Folge dieser Anspruchlosigkeit der Waldbäume noch alle jene Flächen dauernd der Produktion für menschliche Bedürfnisse dienen können, welche infolge ihrer Lage oder ihrer Entfernung von den Wohnstätten für die künstliche Düngerzufuhr nicht erreichbar sind z. B. die Gebirge. Ferner ist es dadurch möglich, auch durch eine extensive Wirtschaftsform d. h. unter Aufwand von wenig menschlicher Arbeitskraft noch zu produzieren, da die langen Zeiträume zwischen Bestandesbegründung und Holzernte den Aufwand von großen Produktionskosten im Hinblick auf die langwährenden Zinsenverluste verbieten.

Eine hervorragende Bedeutung hat ferner für die Ernährung der Bäume der Wassergehalt des Bodens, weil dieselben wegen ihrer großen Blattflächensumme außerordentlich große Verdunstungsflächen besitzen. Da jedoch dieser Gegenstand in den §§ 21 und 22 näher abgehandelt ist, so verweise ich hierauf.

§ 34. So einfach die Chemie im Verein mit der dynamischen Wärmetheorie uns den Vorgang der Verbrennung erklärt und uns dadurch in den Stand setzt, den Vorgang bei der Bildung brennbarer organischer Materie sowie das Pflanzenwachstum vom chemisch-physikalischen Standpunkte aus zu verstehen, ebenso schwierig war diese Erklärung vor der Entdeckung des Prinzips der Erhaltung der Kraft. In der ältesten forstlichen Literatur finden wir deshalb gerade über diesen Punkt die abenteuerlichsten Vorstellungen, welche die philosophischen Ideen ihrer Zeiten wiederspiegeln. So sagt z. B. Hanns von Carlowitz (Sylvic. oec. S. 22) im Jahre 1713:

„Wie denn sonderlich miraculös zu sein scheint, daß in dem bloßen und unansehnlichen Erdreich so ein wunderwürdiger ernährender Lebensgeist und Archäus häufig zu finden, so die

meisten Geschöpfe erhält. Gewiß die darin enthaltene Nahrungskraft ist so unendlich als unbegreiflich bevorab die Wärme oder das elementarische Feuer" rc.

Auch die Phlogiston-Theorie, sowie der Streit über die antiphlogistische Theorie Lavoisiers findet sich in einzelnen Andeutungen der Forstlitteratur — ein Beweis, daß schon viel über die Ursache der Brennbarkeit des Holzes und die Quelle dieser Wärme nachgesonnen wurde.

Wie oben S. 60 gezeigt wurde, haben wir die brennbare Substanz des Holzes als aufgespeicherte „potentielle Energie" oder „chemische Differenz", als verkörpertes Resultat der chemischen Arbeitsleistung des Sonnenlichtes aufzufassen. Es fragt sich nun: *wie groß ist die jährliche Produktion der Wälder an solcher organischer Substanz?* Die Untersuchungen über den Holzertrag der Wälder, welche von zahlreichen Forstmännern und Vertretern der forstlichen Theorie in bezug auf verschiedene Holzarten und Standortsverhältnisse ausgeführt worden sind, geben ziffermäßige Anhaltspunkte über die räumlich gemessene, in kubischen Einheiten ausgedrückte Holzmasse, welche in Holzbeständen von verschiedenen Altersstufen pro Flächeneinheit enthalten ist. Berechnet man hieraus unter Zugrundelegung der für die speziellen Fälle ermittelten Zahlen des spezifischen Gewichtes bezogen auf den wasserfreien Zustand (d. h. bei 105°C getrocknet) die Masse der Trockensubstanz, welche jährlich zugewachsen ist, so erhält man aus den vorher beträchtlich divergierenden Zahlen eine bemerkenswerte Übereinstimmung zwischen den einzelnen Holzarten bei sonst gleichen klimatischen und Bodenverhältnissen. Man kann diese auffallende Thatsache, auf welche zuerst durch J. v. Liebig in seiner Agrikulturchemie[81]), dann von Dr. Theod. Hartig[82]) und Prof. Dr. E. Ebermayer[83]) hingewiesen wurde, präziser in folgender Weise ausdrücken:

„Die verschiedenen bestandbildenden Holzarten liefern auf den für sie geeigneten Standorten unter sonst gleichen Verhältnissen durchschnittlich jährlich nahezu gleiche Gewichtsmengen Trockensubstanz; die großen Verschiedenheiten im Ertrage nach Kubikmetern der Masse auf gleichen Standorten zwischen den einzelnen Holzarten rühren hauptsächlich von den Unterschieden der spezifischen Gewichte her.

Obgleich Prof. Ebermayer schon im Jahre 1875 aus 77 einzeln genau aufgenommenen Streuversuchsflächen berechnet hatte, daß im jährlichen Holzzuwachs der Buchenbestände 3163 kg, der Fichtenbestände 3435 kg, der Kiefernbestände 3233 kg Trockensubstanz enthalten sei, so hat doch der Lehrsatz, daß „dem Gewichte nach in Waldbeständen verschiedener Holzarten im großen Durchschnitte jährlich die gleichen Mengen organischer Substanz produziert werden", bis jetzt nicht diejenige allgemeine Würdigung gefunden, die einem so wichtigen, grundlegenden Gesetze der Forstwissenschaft zukommen sollte. Ich sehe mich deshalb veranlaßt, die in letzterer Zeit erschienenen zahlreichen Ertragstafeln nach dieser Hin-

81) Just. v. *Liebig* berechnet in seinem Werke: „Die Chemie in ihrer Anwendung auf Agrikultur" rc. V. Auflage, S. 14 u. 15 pro ha Wald 5300 kg Trockensubstanz-Erzeugung.

82) Dr. Theod. *Hartig* stellte in seinem „System und Anleitung zum Studium der Forstwirtschaftslehre", Leipzig 1858 S. 228, Berechnungen über die Produktion von Brennwerten durch die verschiedenen Holzarten an und fand pro ha berechnet im Hochwalde eine jährliche Erzeugung von

bei	Rotbuchenbeständen	153	Buchenscheitholzwerte
„	Birken „	133	„
„	Eichen „	133	„
„	Erlen „	98	„
„	Fichten „	200	„
„	Weißtannen „	180	„
„	Kiefern „	129	„

83) Dr. E. *Ebermayer* „Die gesamte Lehre der Waldstreu". Berlin 1876. S. 68.

sicht zu prüfen, indem ich die von Prof. Dr. Rob. Hartig[84]) jüngst mitgeteilten Zahlen über die spezifischen Trockengewichte resp. den Gehalt von je 1 Festmeter verschiedener Holzarten an Trockensubstanz sowie meine eigenen diesbezüglichen Erhebungen[85]) in Rechnung stelle, wobei ich aber ausdrücklich bemerke, daß es sehr wünschenswert wäre, bei allen Ertragsermittlungen zugleich die Angaben der spezifischen Gewichte an Probestämmen beizufügen, um die produzierte Masse der Trockensubstanz direkt auf experimentellem Wege zu ermitteln. Die nachstehenden Berechnungen mögen daher nur vorläufig an die Stelle solcher unmittelbarer Erhebungen treten und den Weg andeuten, wie die einzelnen Ermittlungen sich zu einem Gesamtbild von überraschender Uebereinstimmung zusammenfügen.

Vor Allem muß bei der Übertragung von Zahlen der spezifischen Gewichte auf Ertragstafeln der Grundsatz festgehalten werden, daß die an einzelnen Baumteilen (z. B. Kern, Splint, Gipfel-, Astholz 2c.) gefundenen Größen nur proportional zu dem Anteil, welchen diese von der Gesamtmasse des Baumes ausmachen, in Rechnung kommen dürfen. Man kann also nicht die an einem beliebigen Stück Holz von einer bestimmten Holzart ermittelten spezifischen Gewichte zur Rechnung benützen, sondern muß stets das Mittel für den ganzen Stamm aus zahlreichen Einzelerhebungen sorgfältig berechnen. Ferner muß dieses Resultat stets auf den wasserfreien Zustand umgerechnet werden, indem man die Zahl der in einem Volumen frischen Holzes enthaltenen Trockensubstanz, wie sie durch Wägung nach mehrstündigem Austrocknen bei 105° C. gefunden wird, durch das Frischvolumen teilt. In dieser Weise hat Prof. Dr. Robert Hartig jüngst eine große Anzahl Nadelholzbäume untersucht[84]) während ich für die Trauben-Eiche und Rot-Buche ähnliche Erhebungen, wenn auch in geringerer Zahl angestellt hatte; für die Birke hat Prof. Dr. Jul. von Schröder[86]) analoge Erhebungen publiziert. Da die Ertragstafeln der verschiedenen Autoren aus einer großen Anzahl Einzelaufnahmen in sehr verschiedenen Lagen und Standörtlichkeiten konstruiert sind, so muß auch das Gehalt von 1 Festmeter an Trockensubstanz aus einer größeren Zahl von Bäumen von verschiedenen Wachstumsverhältnissen und Ursprungsorten ermittelt werden. Ich lege deshalb der Rechnung folgende Gewichtszahlen zu Grunde.

In 1 Kubikmeter frischen Holzes ist organische Substanz enthalten:
(im Durchschnitte der ganzen Stämme)

Kiefer nach Dr. R. Hartig		Fichte nach Dr. R. Hartig		Weißtanne nach Dr. R. Hartig		Traubeneiche nach R. Weber		Rotbuche nach R. Weber		Birke nach J. v. Schröder	
No.	kg pro cbm	No.	kg pro cbm	No.	kg pro cbm	No.	kg pro cbm	No.	kg pro cbm	No.	kg pro cbm
6	418	21	425	34	389	1	798	1	686	1	548
7	453	22	429	35	384	2	702	2	599	2	544
8	405	23	416	36	338	3	524	3	528	3	507
9	418	24	385	37	380	4	517	4	610	Mittel	533
10	415	25	423	38	378	Mittel	635	5	619		
11	459	26	442	39	379			6	642		
12	452	27	446	40	390			7	639		
13	413	28	387	41	385			8	592		
14	386	29	423	42	377			9	585		
15	423	30	393	43	339			10	593		
16	431	31	399	44	390			Mittel	610		
17	387	32	417	45	365						
18	442	33	403	Mittel	375						
19	429	Mittel	415								
20	430										
Mittel	424[87])										

84) Rob. Hartig „Das Holz der deutschen Nadelwaldbäume" Berlin 1885.
85) R. Weber „Beiträge zur agronomischen Statik des Waldbaues". Forstl. Blätter 1877.
86) J. Schröder „Forstchemische u. pflanzenphysiolog. Untersuchungen", Heft 1. Dresd. 1878.
87) Nach H. Will „Untersuchungen über das Verhältnis von Trockensubstanz und Mineralstoffen im Baumkörper". Inaugural-Dissertation. Rostock 1883, berechnet sich als Mittel aus einer großen Versuchsreihe für eine Kiefer von erster Standortsklasse 424 kg Trockensubstanz pro cbm
" fünfter " 466 " " " "

Da die meisten dieser Zahlen an haubaren Stämmen erhoben worden sind, so können sie auf die jugendlichen Bestände nicht übertragen werden, weshalb in den folgenden Tabellen (S. 68 u. 69) nur die Bestandes-Altersstufen von 60—120 Jahren der Berechnung unterstellt wurden. Hiebei wurde eine Trennung der Ertragstafeln nach den Zwecken, die bei deren Aufstellung befolgt wurden, vorgenommen, indem jene Tafeln, welche zur Ertragsschätzung ganzer Bestandsabteilungen von mittlerem Bestockungsgrade[88]) dienen sollen und die in der Forsteinrichtung zu unmittelbar praktischen Zwecken Verwendung finden, gesondert von denjenigen betrachtet wurden, welche die wissenschaftliche Erforschung des Zuwachsganges der einzelnen Holzarten mittelst kleiner aber vollkommen normal bestockter Probeflächen erstreben. Erstere sind in der Tabelle A, letztere in der Tabelle B zusammengestellt, beide sind unter sich nur mit einer gewissen Reserve vergleichbar, namentlich unter Beachtung der durch Schneedruck, Insektenschaden, Windwurf 2c. 2c. verursachten Abnormitäten im Schluß und der Stammzahl.

Unter den außerordentlich zahlreichen Ertragstafeln mußte natürlich eine Auswahl getroffen werden und es enthalten die nachfolgenden Berechnungen nur jene von Dr. H. Burckhardt (in den „Hülfstafeln für Forsttaxatoren" Hannover 1873), von Dr. Theod. Hartig[89]), von Dr. Robert Hartig[90]), von Prof. Dr. F. von Baur[91]), von Prof. Schuberg[92]), von Gerwig[93]), von Prof. Dr. Kunze[94]), von Prof. Dr. T. Lorey[95]) und Prof. Weise[96]).

(Siehe Tabelle A. u. B. Seite 68 u. 69.)

Nach den Ertragstafeln von Gg. Ludwig Hartig würde sich hingegen der Ertrag der Kiefernbestände in folgender Weise berechnen, wobei aber Hartig nur 3 Klassen unterscheidet:

I. Standortsklasse	II. Standortsklasse Kilogramm pro Hektar	III. Standortsklasse
60jähr. = 3133	2310	1950
80 „ = 3239	2417	1641
100 „ = 3138	2417	1590
120 „ = 3138	2357	—
Mittel = 3162	2375	1727

Für die raschwüchsigste Holzart, die Weymutskiefer, stehen nur wenige für solche Berechnungen passende Zahlen des spec. Trockengewichtes zu Gebote; für eine annähernde Rechnung kann man aber die Mittelzahl aus Prof. Robert Hartigs Versuchen (Allg. F. und Jgdz. 1884 S. 70) benützen, welche bei einer 35jährigen Weymutskiefer 297, bei einer 90jährigen 412 im Mittel 354 kg pro cbm ergiebt. Multipliziert man diese mit dem Durchschnittszuwachs pro ha, wie er vom H. Oberforstmeister Dr. Schott von Schotten-

88) Nach Rob. Hartigs „Rentabilität der Fichtennutz- und Buchenbrennholzwirtschaft", Stuttgart 1868, Cotta, S. 57, ist die Differenz der konkreten Bestände gegen die vollbestockten normalen Probeflächen bei 60 Jahren = 6,5%, bei 70 Jahren = 7,5%, bei 80 Jahren = 8,5%, bei 90 Jahren = 9,5%, bei 100 Jahren = 11,0%, bei 110 Jahren = 13,0% des Normalertrags.

89) Dr. Theod. Hartig „System und Anleitung zum Studium der Forstwirtschaftslehre". Leipzig 1858. S. 198.

90) Dr. Rob. Hartig „Vergleichende Untersuchungen über Wachstumsgang und Ertrag" 2c. Stuttgart 1865, Cotta.

91) Dr. F. v. Baur „Die Rotbuche in Bezug auf Ertrag, Zuwachs und Form". Berlin 1881, P. Parey. Desselben „Die Fichte in Bezug auf Ertrag, Zuwachs und Form". Berlin 1877, J. Springer.

92) Schuberg „Das Gesetz der Stammzahl und die Aufstellung von Ertragstafeln". Forstwirtschaftl. Centralblatt 1880. S. 290.

93) Gerwig „Die Weißtanne".

94) Kunze „Beiträge zur Kenntniß des Ertrages der Fichte" 2c. Suppl. z. Tharandter Jahrb. 1878.

95) Dr. Th. Lorey „Ertragstafeln für die Weißtanne". Frankf. a/M. 1884, Sauerländer.

96) Weise „Ertragstafeln für die Kiefer". Berlin 1880.

A. Durchschnittl. jährliche Gewichtszunahme der Trockensubstanz auf einem Hektar Wald von mittlerem Bestockungsverhältnisse.

Bestandes-Alter	Nach den Normal-Ertragstafeln von Burckhardt berechnet				
	Eiche (q. sessilifl.) (Trockengew. pro cbm 635 kg)	Rotbuche (Trockengew. pro cbm 610 kg)	Fichte (Trockengew. pro cbm 415 kg)	Kiefer (Trockengew. pro cbm 424 kg)	Birke (Trockengew. pro cbm 583 kg)
Jahre	Kilogramm wasserfrei gedachte organische Substanz (incl. Asche)				
	Erste Standortsklasse „sehr gut"				
60	3016	2897	3023	2487	2869 (bei 50 Jahren aber 3145 bei 40 Jahren 3291)
70	3102	3067	3101	2538	
80	3175	3195	3159	2470	
90	3154	3219	3159	2421	
100	3143	3190	3075	2294	
110	3071	3161	2943	2197	
120	3016	3096	2825	2084	
Mittel	3097	3118	3041	2356	3102
	Zweite Standortsklasse „gut"				
60	2614	2613	2628	2085	2283 (bei 50 Jahren aber 2537 bei 40 Jahren 2665)
70	2758	2736	2763	2071	
80	2794	2760	2760	2014	
90	2822	2772	2721	1932	
100	2775	2720	2644	1815	
110	2742	2690	2547	1719	
120	2672	2613	2435	1610	
Mittel	2740	2701	2642	1892	2495
	Dritte Standortsklasse „mittelmäßig gut"				
60	2212	2318	2167	1611	— (bei 50 Jahren aber 1620 bei 40 Jahren 1548)
70	2331	2405	2312	1611	
80	2413	2463	2314	1511	
90	2413	2386	2283	1432	
110	2413	2318	2170	1331	
110	2361	2268	2094	—	
120	2265	2176	—	—	
Mittel	2344	2338	2223	1499	1584
	Vierte Standortsklasse „mittelmäßig gering"				
60	2011	2033	1909	1208	—
70	2068	2074	1915	1151	—
80	2120	2104	1878	1108	—
90	2145	2060	1798	1027	—
100	2115	1970	1697	—	—
110	2032	1896	—	—	—
120	1963	1789	—	—	—
Mittel	2065	1990	1839	1123	—
	Fünfte Standortsklasse „schlecht"				
60	1714	1738	1446	807	—
70	1814	1743	1464	746	—
80	1809	1670	1380	—	—
90	1813	1613	1314	—	—
100	1753	1507	1224	—	—
110	1703	1425	—	—	—
120	1661	—	—	—	—
Mittel	1752	1616	1365	777	—

B. Durchschnittlich jährliche Gewichtszunahme der Trockensubstanz auf einem Hektar Wald von vollkommen normal bestockten Probeflächen.

I. Erste Standortsklasse „sehr gut"

Bestandes-Alter	Am dominierenden Bestande	An Durchforstungen	Summa Haupt- und Zwischennutz.	Am dominierenden Bestande	An Durchforstungen	Summa Haupt- und Zwischennutz.	Am dominierenden Bestande	An Durchforstungen	Summa Haupt- und Zwischennutz.	Am dominierenden Bestande	Am dominierenden Bestande	Am dominierenden Bestande
Jahre	Kilogramm wasserfrei gedachte organische Substanz (incl. Asche)											
	Rotbuche im „Elm" nach Dr. Theod. Hartig			Rotbuche im östl. Wesergebirge nach Dr. Rob. Hartig			Rotbuche im Spessart nach Dr. Rob. Hartig			Buche in Württemberg nach Dr. v. Baur	Weißtanne nach Gerwig	Weißtanne nach Dr. Lorey
60	4239	2176	6415	3985	1891	5876	4138	1444	5582	4270	3875	2906
70	4096	2440	6536	3991	2144	6135	3913	1467	5380	4375	3857	3252
80	3980	2516	6496	3912	2333	6245	3767	1487	5254	4423	3867	3572
90	3958	2555	6513	3864	2440	6304	3653	1550	5203	4412	4021	3812
100	3855	2568	6423	3794	2446	6240	3581	1555	5136	4392	4050	3896
110	3821	2562	6383	—	—	—	3444	1597	5041	4348	4125	3876
120	3685	2557	6242	—	—	—	3325	1632	4957	4270	4156	3803
Mittel	3948	2482	6430	3909	2251	6160	3689	1533	5222	4356	3993	3588
	Fichte im Harz nach Dr. Rob. Hartig (außergewöhnlich günstiger Standort)			Fichte im Harz nach Dr. Rob. Hartig (minder guter Standort)			Kiefer in Pommern nach Dr. Rob. Hartig			Am domin. Bestande: Fichte in Württemberg nach Dr. v. Baur	Am domin. Bestande: Fichte in Sachsen nach Kunze	Am domin. Bestande: Kiefer nach Weise
60	5312	2289	7601	4482	1383	5865	3456	1986	5442	4261	5388	3335
70	5241	2460	7701	4340	1589	5929	3314	2072	5386	4132	5152	3180
80	5172	2531	7703	4207	1738	5945	3286	2046	5332	3984	4866	3016
90	4962	2554	7516	4067	1881	5948	3246	2012	5258	3864	4546	2855
100	4689	2569	7258	3930	1988	5918	3116	1993	5109	3743	4283	2701
110	4550	2513	7063	3860	2067	5927	2899	2035	4934	3630	4067	2559
120	—	—	—	3804	2120	5924	2696	2067	4763	3510	3878	2417
Mittel	4988	2486	7474	4098	1824	5922	3145	2030	5175	3875	4596	2866

II. Zweite Standortsklasse „gut"

	Am dominierenden Bestande						
	Buche		Weißtanne		Fichte		Kiefer
	in Baden nach Schuberg	in Württemb. nach Dr. v. Baur	in Baden nach Schuberg	in Württemb. nach Dr. Lorey	in Württ. nach Dr. v. Baur	in Sachsen nach Kunze	nach Weise
60	3497	3487	2875	2081	3420	4351	2678
70	3486	3625	3000	2336	3409	4168	2526
80	3470	3675	3047	2564	3377	3974	2374
90	3443	3694	3083	2804	3278	3781	2238
100	3416	3678	3150	2974	3187	3561	2103
110	3394	3654	3136	3068	3082	3377	1989
120	3365	3624	3094	3078	2940	3220	1887
Mittel	3439	3634	3055	2701	3242	3776	2256

Bestandes-Alter	Am dominierenden Bestande						
	Buche		Weißtanne		Fichte		Kiefer nach Weise
	in Baden nach Schuberg	in Württemb. nach Dr. v. Baur	in Baden nach Gerwig	in Württemb. nach Dr. Lorey	in Württ. nach Dr. v. Baur	in Sachsen nach Kunze	
	III. Dritte Standortsklasse „mittelmäßig gut“						
60	2918	2552	2219	1406	2504	3451	2007
70	2911	2701	2384	1623	2525	3172	1920
80	2882	2783	2395	1856	2521	3289	1834
90	2860	2847	2396	2083	2495	3117	1748
100	2843	2879	—	2280	2428	2938	1654
110	2817	2884	—	2427	2358	2781	1569
120	2796	2882	—	2484	2265	2642	1484
Mittel	2861	2790	2348	2023	2442	3056	1745
	IV. Vierte Standortsklasse „mittelmäßig gering“						
60	2420	1952	fehlt	fehlt	1764	2483	1661
70	2440	2065	—	—	1749	2502	1581
80	2440	2135	—	—	1738	2448	1479
90	2433	2169	—	—	1706	2370	1377
100	2416	2196	—	—	1660	2262	—
110	2396	2218	—	—	1603	2151	—
120	2374	2211	—	—	1539	2054	—
Mittel	2417	2135	—	—	1680	2324	1525
	V. Fünfte Standortsklasse „schlecht“						
60	fehlt	1179	fehlt	fehlt	fehlt	fehlt	1321
70	—	1307	—	—	—	—	1260
80	—	1380	—	—	—	—	1182
90	—	1430	—	—	—	—	1088
100	—	1470	—	—	—	—	—
110	—	1503	—	—	—	—	—
120	—	1510	—	—	—	—	—
Mittel	—	1397	—	—	—	—	1213

stein im Frankfurter Stadtwald an einem 82jährigen Bestande gefunden wurde, nemlich $\frac{923}{82} = 11{,}25$ cbm, so ergiebt sich $11.25 \times 354 = 3982$ kg pro ha Trockensubstanz, während ein anderer 71jähriger Weymutskiefernbestand nur 533,4 cbm Masse aufwies also nur $\frac{533{,}4}{71} \times 354 = 2658$ kg pro ha Trockensubstanz lieferte; im Mittel aus beiden Beständen ergab sich demnach eine Jahresproduktion von $\frac{3982 + 2658}{2} = 3320$ kg pro ha.

Die Standortsklassen, nach welchen die Ergebnisse der Probeflächenaufnahmen angeordnet sind, bedeuten bei den einzelnen Autoren nicht immer identische Begriffe, sondern sind als große Durchschnitte der Verschiedenheiten in den Ertragsverhältnissen einzelner Länder aufzufassen; bei den neueren Ertragstafeln bildet in der Regel die mittlere Bestandeshöhe den Maßstab für die Standortsgüte, die Klassen umfassen dann oft sehr verschiedene geognostische Gebiete und Terrainverschiedenheiten. Ohne nun auf die Ertragstafeln selbst näher einzugehen, welche ja in der „Holzmeßkunde“ eingehender behandelt werden, führe ich unter Verweisung auf die Tabellen A und B die hieher gehörigen Ergebnisse in einem übersichtlichen Auszuge an:

A. **Bestände von mittlerem Bestockungsverhältnisse** (Tab. A.) zeigen eine:

	Durchschnittliche Gewichtszunahme der Trockensubstanz					
1) auf bester Standortsklasse:	Eichen	Rotbuchen	Fichten	Kiefern	Birken	Gesamt-Durchschnitt
	Kilogramm pro Hektar					
im Kulminationspunkte	3175	3219	3159	2538	3291	—
im Mittel vou 60—120 Jahren . .	3097	3118	3041	2356	(3102)	2943
2) auf zweiter Standortsklasse:						
im Kulminationspunkte	2822	2772	2763	2085	2665	—
im Mittel von 60—120 Jahren . .	2740	2701	2642	1892	(2495)	2494
3) auf dritter Standortsklasse:						
im Kulminationspunkte	2413	2463	2314	1611	1620	—
im Mittel von 60—120 Jahren . .	2344	2333	2223	(1499)	—	2100
4) auf vierter Standortsklasse:						
im Kulminationspunkte	2145	2104	1915	1208	—	—
im Mittel von 60—120 Jahren:	2065	1990	(1839)	(1123)	—	1779
5) auf fünfter Standortsklasse:						
im Kulminationspunkte	1814	1743	1464	807	—	—
im Mittel von 60—120 Jahren . .	1752	1616	1365	(777)	—	1378

B. **Vollkommen normal bestockte Probeflächen**, am dominierenden Bestande allein:

1) auf bester Standortsklasse:	Rotbuchen	Weißtannen	Fichten	Kiefern	Gesamt-Durchschnitt
im Mittel von 60—120 Jahren	3948	3998	4988	3145	
	3909	3588	4098	2866	
	3689		3875		
	4356		4596		
Durchschnitt der Einzelangaben	3975	3790	4389	3004	3789
2) auf zweiter Standortsklasse:					
im Mittel von 60—120 Jahren	3439	3055	3242	2256	
	3634	2701	3776		
Durchschnitt der Einzelangaben	3537	2778	3509	2256	3020
3) auf dritter Standortsklasse:					
im Mittel von 60—120 Jahren	2861	2348	2442	1745	
	2790	2023	3056	—	
	2826	2186	2749	1745	2377
4) auf vierter Standortsklasse:					
im Mittel von 60—120 Jahren	2417	—	1680	1525	
	2135	—	2324		
	2276	—	2002	1525	1934

Diese Zahlenreihen zeigen, daß man in der forstlichen Praxis folgende Bonitierung vorzunehmen pflegt, wobei im großen Durchschnitte

I. Standortsklasse die Bestände von 3000—4000 kg jährl. Massenzunahme pro ha
II. " " " " 2500—3000 " " " " "
III. " " " " 2000—2500 " " " " "
IV. " " " " 1500—2000 " " " " "
V. " " " unter 1500 " " " " "

aller Holzarten zusammenfaßt, ohne daß man sich jedoch dieser Thatsache klar bewußt ist, sondern indem man sich an einzelne Faktoren der Massenermittlung z. B. der Höhe, der Stammgrundfläche oder auch an Merkmale der Bodenbeschaffenheit z. B. die Tiefgründigkeit, den Feinerdegehalt, Feuchtigkeitsgrad, Humusreichtum hält. Daß die Kiefernbestände in obigen Zusammenstellungen ein Zurückbleiben des Massenertrages hinter den anderen Holzarten zeigen, möchte überraschen, da wir ja gewohnt sind, die Kiefer als eine raschwüchsige Holzart zu bezeichnen; indessen ist zu beachten, daß diese Holzart sich schon frühzeitig licht stellt, eine relativ geringe Stammzahl pro ha aufweist und daß die Kiefernböden überhaupt in der Regel schlechtere Standorte sind, als die gleich benannten Standortsklassen für Buchen, Weißtannen und Fichten.

Alle diese Erörterungen beziehen sich nur auf den Zuwachs am dominierenden Bestande, weil dieser allein unter den verschiedenen Ertragstafeln vergleichbar ist. In welcher

Weise die Vorerträge an Zwischennutzungen die Massenzunahme an Trockensubstanz beeinflußen, zeigen einzelne der Tabellen; hiernach steigert sich unter Einrechnung der Durchforstungsergebnisse der Massenertrag der I. Standortsklasse um 33—38 % des Gesamterträges und beträgt 5000—7000 kg pro Jahr und Hektar. Die größte Masse solcher Vorerträge zeigen die Kiefernbestände, wo dieselben fast 40 % ausmachen und den Gesamtertrag in bemerkenswerter Weise steigern.

Es erübrigt nun noch zu der oberirdischen Holzmasse den Zuwachs an Stock- und Wurzelholz hinzuzufügen, um die Gesamtmenge der Holzproduktion zu erfahren. Die Erfahrungstafeln beziehen sich gewöhnlich nur auf die oberirdische Masse des Bestandes, doch ist konstatiert, daß die Stockholzmasse bei Buchen mindestens 20 %, in langschaftigen haubaren Beständen 25 %, in kurzschaftigen sogar 33 % derselben ausmacht, während bei Kiefern 20—26 %, bei Fichten 25—34 % der oberirdischen Masse anfällt. Im Durchschnitte werden daher pro Jahr und ha ca. 600 kg Trockensubstanz in Form von Stockholz produziert, was in Anbetracht der Kurzschaftigkeit der Bestände auf schlechteren Bodenklassen auch für diese zutreffen dürfte. Außer der Holzproduktion findet aber noch eine sehr bedeutende Erzeugung von organischer Substanz in Gestalt der jährlich abfallenden Blätter und der Nadeln der Koniferen, welche 3—7 Jahre ausdauern, im Walde statt. Dr. Ebermayer hat die Größe dieser Produktion auf Grund einer großen Versuchsreihe, die von der bayerischen Forstverwaltung durchgeführt wurde, bestimmt und als Endergebnis einen Jahresertrag an Trockensubstanz pro ha von folgenden Gewichtsmengen gefunden:

Streuergebnis in Buchenbeständen	in Fichtenbeständen	in Kiefernbeständen
3331 kg	3007 kg	3186 kg

Die Gesamtmenge der in Beständen erster Standortsklasse jährlich pro ha erzeugten Masse organischer Trocken-Substanz muß daher auf rund 9—10 Tonnen (à 1000 kg) veranschlagt werden, worin 100—250 kg Asche sind. Im Vergleich zu den durch die landwirtschaftlichen Betriebe pro Jahr und ha erzeugten Mengen von organischer Substanz, welche schon J. v. Liebig auf: 5000 kg Heu
3600 „ Runkelrüben
veranschlagt, kommt daher dem Walde immerhin eine etwas höhere Massenproduktion an Trockensubstanz zu.

§ 34. Nachdem gezeigt worden ist, daß die bisher aufgestellten Ertragstafeln in Verbindung mit den experimentell gefundenen spezifischen Trockengewichten für gleiche Standortsgüten annähernd gleiche Gewichtsmengen organischer Substanz als jährlichen Durchschnittszuwachs angeben, mögen hier die Konsequenzen aus dieser Thatsache gezogen werden. Zunächst folgt hieraus, daß die verschiedenen bestandbildenden Holzarten in ihrem Kronenraume gleich viel Lichtstrahlen von physiologischer Wirksamkeit mittelst ihres Chlorophylls absorbieren und zu Assimilationsvorgängen d. h. zur Zerlegung von annähernd gleichen Kohlensäuremengen verwenden, sobald die Bedingung einer ununterbrochenen, hinreichenden Wasserzufuhr durch die Wurzeln und ausreichender Lieferung der mineralischen und stickstoffhaltigen Nährstoffe aus dem Boden erfüllt ist, sobald ferner die mittlere Sonnenwärme und Vegetationsdauer nicht erhebliche Abweichungen zeigen. Da nun durch zahlreiche Elementaranalysen eine bemerkenswerte Uebereinstimmung in der chemischen Zusammensetzung der Trockensubstanz der verschiedenen Holzarten konstatiert worden ist, indem dieselbe durchschnittlich aus 50 % Kohlenstoff
6 % Wasserstoff
42 % Sauerstoff
1 % Stickstoff
1 % Aschenbestandteilen

besteht, so folgt hieraus, daß die jährliche Produktion annähernd gleicher Mengen von Kohlenstoff und Wasserstoff d. h. von brennbarer Substanz bei den verschiedenen Holzarten stattfinden müsse. In den 4000 kg jährlich pro ha erzeugter Holzmasse wären daher ca. 2000 kg Kohlenstoff mit einer theoretischen Verbrennungswärme von 7170 × 2000 = 14 340 000 Kalorien d. h. einer Wärmemenge, welche 143,4 cbm Wasser von 0 auf 100° C. erwärmen könnte. In diesem Sinne berechnet sich der Vorrat an Kohlenstoff in den 100jährigen Holzbeständen in Tonnen (à 1000 kg) pro Hektar aus den verschiedenen Ertragstafeln folgendermaßen:

	I. Standortsklasse	II.	III.
Eichen nach Burckhardt	157 t	139 t	121 t
Buchen " "	159 "	136 "	116 "
dto. (im Elm) nach Theod. Hartig	193 "	—	—
dto. (Wesergebirge) nach Robert Hartig	189 "	—	—
dto. (Spessart) derselbe	179 "	—	—
dto. (Württemberg) nach F. v. Baur	219 "	184 "	144 "
dto. (Baden) nach Schuberg	—	171 "	142 "
Weißtannen nach Gerwig	202 "	157 "	—
dto. nach Lorey	199 "	149 "	114 "
Fichten nach Burckhardt	154 "	132 "	115 "
dto. (Harz) nach Rob. Hartig	234 "	—	—
dto. " derselbe	196 "	—	—
dto. (Württemberg) nach F. v. Baur	187 "	159 "	121 "
dto. (Sachsen) nach Kunze	214 "	178 "	142 "
Kiefern nach Burckhardt	115 "	91 "	67 "
dto. (Pommern) nach R. Hartig	156 "	—	—
dto. nach Weise	135 "	105 "	88 "
Mittel aus obigen	180 t	146 t	117 t

Die theoretische Heizkraft der 100jährigen Bestände auf erster Standortsklasse würde daher pro ha durchschnittlich einer Erhitzung von 12 906 t Wasser um 100° C. gleichkommen, d. h. um eine Wasserschichte, welche 1 Hektar in der Höhe von 129 cm bedeckte vom Eispunkt zum Siedepunkt zu erwärmen. Diese Erzeugung von Heizwert ist nach Obigem für die verschiedenen Holzarten im großen Durchschnitte dieselbe.

§ 35. Die Brennstoffproduktion war ursprünglich und lange Zeit hindurch weitaus die wichtigste Aufgabe der Waldwirtschaft, erforderte doch schon unser Klima eine künstliche Wärmequelle, um überhaupt für Menschen bewohnbar zu sein. Auch die ersten Anfänge einer Verarbeitung der Erze, sowie Entwicklung der verschiedenen Industriezweige bedurften der Macht des Feuers und suchten daher mit Vorliebe die großen Waldgebiete in ähnlicher Weise auf, wie dies gegenwärtig mit den Kohlenfeldern der Fall ist. Bis zur Mitte des vorigen Jahrhunderts lieferte in Deutschland der Wald fast ausschließlich das Brennmaterial, dessen nachhaltige Lieferung und zweckmäßige örtliche Disponierung damals eine wichtige Aufgabe der Forstverwaltung war. Bei den noch ziemlich primitiven und verschwenderischen Feuerungs-Anlagen war der Bedarf ein großer und die Einführung holzersparender Einrichtungen war deshalb ein von den Obrigkeiten allerorts verfolgtes Ziel, obgleich es den rein fiskalischen Zwecken eigentlich zuwiderlief. Noch Hundeshagen berechnete den jährlichen Holzbedarf pro Kopf der Bevölkerung auf 1 cbm und mit Einrechnung der Gewerbehölzer auf 1,70 cbm. Hiebei rechnete man für die Landbevölkerung wegen der Viehhaltung erheblich mehr z. B. nach Ranke 3—3½ Ster pro Kopf, auf die Stadtbevölkerung weniger. Noch in jüngster Zeit wurde der Holzbedarf pro Einwohner in der Schweiz auf 1,27 cbm, in Frankreich auf 1,44 cbm, in Italien auf 1,25 cbm angegeben.

Einen außerordentlichen Umschlag in dieser Richtung der Produktion brachte aber der enorme Aufschwung der Ausbeutung der Steinkohlenlager sowie der übrigen fossilen Brennstoffe hervor. Hier ist es die chemische Energie, die zu jenen fernen Zeiten der Sonne entstammte, als das Lepidodendron und die Calamiten in den vorweltlichen Wäl-

dern grünten, von welchen die Gegenwart Gebrauch macht. Blos in den deutschen Stein- und Braunkohlenzechen stieg die Ausbeute in folgender Reihe:

Jahr	1860	1866	1872	1878	1884	
Jahres-Förderung	12,3	28,2	42,3	48,2	72,1	Millionen t à 1000 kg
Verbrauch pro Kopf	—	730	1129	1114	—	kg pro Einwohner,

während die jährliche Förderung innerhalb 1860 bis 1880 sich

in Großbritannien von 85,4 Mill. t auf 149,3 Mill. t,
in Frankreich „ 8,3 „ „ „ 19,4 „ „
in Belgien „ 9,6 „ „ „ 16,9 „ „
in Oesterreich „ 3,5 „ „ „ 16,0 „ „
in obigen 5 Staaten „ 119,1 „ „ „ 260,8 „ „ gesteigert hat.

Blos die deutsche Förderung surrogirt daher gegenwärtig
durch 57 Mill. t Steinkohlen ca. 238 Mill. Festmeter Brennholz
„ 15 „ „ Braunkohlen „ 53 „ „ „
„ 72 „ „ Ausbeute pro 1884 „ 291 „ „ „

oder wenn man den Durchschnittszuwachs in Deutschland = 3,76 cbm pro ha ansetzt, so entsprechen diese Surrogate dem Zuwachs von 77½ Millionen ha, also eine Fläche, die über 5½mal größer wäre als alle Wälder des deutschen Reiches zusammengenommen. Diese Ausbeute fossiler Brennstoffe muß für längere Zeiträume als dauernd angenommen werden, obgleich die Geologen eine Erschöpfung der scheinbar unermeßlichen Schätze in Aussicht stellen. Demnach muß sich auch die Forstwirtschaft dieser außerordentlichen Surrogirung der Brennstoffe akkommodiren und selbstverständlich auf die reine Brennholzwirtschaft Verzicht leisten. Es ist aber interessant, zu untersuchen, welche Quantitäten Brennholz in großen Konsumtionszentren trotz aller Konkurrenz der Mineralkohlen noch verbraucht werden:

Im Jahre 1880 wurde in folgenden Städten verbraucht:

	Brennholz Ster	Holzkohlen Hektoliter	also pro Kopf der Bevölkerung rm Brennholz	hl Holzkohlen
in Paris [97])	896 465	5 455 750	0,45	2,75
in Berlin [98])	558 095	—	0,58	—
in Wien [99])	439 600	34 350	0,69	0,05
in Straßburg [100])	69 637	73 414	0,66	0,70

Mithin ist in den großen Städten des Kontinentes immerhin ein durchschnittl. Konsum von ½ bis ⅔ Raummeter Brennholz pro Kopf der Bevölkerung anzunehmen, wozu noch in Frankreich ein durch die Gewohnheit der Bevölkerung in Küche und Haus, auch vielleicht die kleine Metallindustrie bedingter starker Konsum an Holzkohle kommt, der in Deutschland sehr klein ist.

§ 36. Gleichzeitig, während die Steinkohlen-Konkurrenz die Brennstoffe des Waldes nahezu überflüssig zu machen schien, trat aber auch z. Teil in Wechselwirkung mit diesen plötzlich entdeckten Kraftvorräthen eine noch nie dagewesene Steigerung der industriellen und Handelsthätigkeit ins Leben. Diese mächtige Entwicklung der Arbeitsstätten, der Schienenwege, der Telegraphen und das rasche Anwachsen der Städte erforderte wiederum eine ganz ungewöhnliche Menge Nutzhölzer der verschiedensten Art für Bauzwecke, für Grubenzimmerung, Eisenbahnschwellen, Telegraphenstangen, Faß- und Kistenholz, so daß dem Absatz der Forstprodukte an Stelle der verloren gegangenen sich viele neue Konsumtions-

97) Annuaire des Eaux et Forêts 1885.
98) Hagen-Donner „Die Forstl. Verhältnisse Preußens. Berlin 1883. Bd. II. S. 20.
99) Oesterr. Forstztg. 1884. No. 25.
100) Verwaltungs-Rechnung der Stadt Straßburg 1879/80.

gebiete eröffneten. Dies wirkte nicht blos auf die Benutzung der vorhandenen alten Vorräte, sondern machte sich auch in der Anzucht der neuen Bestände nach manchen Hinsichten geltend. — Nutzholzzucht war die notwendige Signatur aller forstlichen Bestrebungen geworden und wer die geschichtliche Entwicklung der forstlichen Produktion richtig verstehen lernen will, muß immer gleichzeitig die Fortschritte der fossilen Brennstoff-Surrogate vor Augen haben. In welcher Weise sich diese Tendenz des Uebergangs von der Brennholzerzeugung zur Nutzholzwirtschaft in den deutschen Staaten vollzog, lehrt nachstehende Uebersicht über die prozentische Nutzholzausbeute der Staatsforste in den einzelnen Dezennien:

Jahr	in Preußen	Kgr. Sachsen	Bayern	Württembg.	Baden
1850	26%	35%	16%	26%	24%
1860	27%	47%	19%	32%	28%
1870	30%	61%	32%	40%	34%
1880	29%	75%	33%	39%	35%

In den Staatsforsten Frankreichs war im Jahr 1876 das Nutzholzprozent = 31%, in den Gemeindewäldern = 20%. Nur die übermäßige Einfuhr von Nutzhölzern aus benachbarten Ländern: Rußland, Skandinavien, Oesterreich verursacht noch periodisch einen Rückgang der Nutzholzausbeute. Uebrigens wechselt der Bedarf an Nutzholz selbst wieder qualitativ nach Zeit und Ort, wie uns die Verdrängung der Holzschwellen durch den „eisernen Oberbau", der hölzernen Brücken und Dachstühle durch eiserne, der Holzschiffe durch Stahl u. s. w. lehrt, während umgekehrt neue Verwendungsarten in ungeahntem Umfange auftauchen, wie die Holzstoff- und Cellulose-Industrie, die schon gegenwärtig im deutschen Reiche 1 235 500 Raummeter Holz, das hauptsächlich als Brennholz façonnirt ist, consumirt, wie ich im Allg. Anzeiger f. Forstprod. Verkehr 1885 Nr. 33 nachgewiesen habe. In ähnlicher Weise gehen unter dem Einfluß der Technik fortwährende, oft gar nicht auffällige Veränderungen in den Konsumverhältnissen des Rohstoffes vor sich, wie z. B. das Aspenholz für schwedische Zündhölzer, das Erlenholz zu Zigarrenkisten, die Buche zu gebogenen Möbeln, zu Parquetten und Packfässern erst in neuerer Zeit Verwendung gefunden hat. Weitaus der größte Teil des Nutzholzes findet allerdings seine Verwendung in der Bau- und Möbelindustrie, so daß die Sägewerke immerhin als die wichtigsten Verarbeiter des Rohstoffes anzusehen sind. Alle diese Verhältnisse, die für den praktischen Betrieb und für die Rentabilität höchst wichtig sind, können hier nur flüchtig angedeutet werden, da ihre gründliche Erörterung in das Gebiet der Statik und Forstbenutzung gehört. Unter dem Einflusse aller der genannten naturgesetzlichen und wirtschaftlichen Faktoren hat sich gegenwärtig folgende Verteilung der Holz- und Betriebsarten in den Waldungen Deutschlands herausgebildet [101]): Die Laubhölzer nehmen 34,5% der gesamten Forstfläche ein, die Nadelhölzer dagegen 65,5% derselben; die einzelnen Betriebsarten umfassen folgende Prozentanteile derselben: Eichenhochwald 3,5%, Buchenhochwald 14,7%, Birken-, Erlen-, Aspenochwald 3,3%, Eichenschälwald 3,1%, Weidenheeger 0,3%, sonstiger Stockausschlag ohne Oberholz 3,1%, Mittelwald 6,5%, Kiefern 42,6%, Fichten und Weißtannen 22,6%, Lärchen 0,3%.

§ 37. Bekanntlich wird die von den Waldbäumen durch Assimilation erzeugte organische Substanz durch Umbildung in Holzfaser in ausdauernder Form abgelagert und zwar geschieht dies, entsprechend dem Bau der dikotylen Gewächse, durch Verlängerung der Axen und durch alljährliche Anlage eines neuen Holzringes vom Kambialringe aus. Auf einem Stammquerschnitte erscheinen daher die Schichten der jedes Jahr gebildeten Holzzellen samt den Gefäßen konzentrisch angeordnet und von Markstrahlen radial durchsetzt, so daß der

101) „Beiträge zur Forststatistik des Deutschen Reiches" bearbeitet vom kais. Statist. Amte. Berlin 1884.

Aufbau des Holzkörpers meistens eine große Regelmäßigkeit zeigt und die Anwendung der stereometrischen Berechnung zur Bestimmung der Zuwachsgrößen gestattet. Während demnach die agrikulturchemische Betrachtungsweise die Massen der Vorräte und des Zuwachses nach dem Gewichte der Trockensubstanz ausdrückt, rechnet die forstliche Praxis und der Holzhandel nur nach kubischen Maßen. Für Stämme und deren Abschnitte ist die Rechnungseinheit der Kubikmeter für die solide Holzmasse, wie sie sich auf Grund der stereometrischen Formel (meist als Paraboloid) aus den gemessenen Dimensionen berechnet („Festmeter"), für geschichtetes Holz dagegen bildet der Raummeter d. h. der mit losen Holzstücken ausgefüllte Raum eines cbm das einheitliche Maß, doch wird bei Summierung letzteres auf den Festgehalt reduziert (ausgenommen in Bayern).

Wie schon erwähnt (S. 67) haben vielfache wissenschaftliche Untersuchungen über die Zuwachs-Größen, welche von verschiedenen Holzarten unter verschiedenen äußeren Bedingungen hervorgebracht werden, stattgefunden, welche sämtlich den Ertrag pro Flächeneinheit (ha) in kubischem Maß (cbm) angeben und den Wachstumsgang der einzelnen Holzarten bei verschiedenen Betriebsarten ausgeschieden nach Hauptnutzung (oder Abtriebsertrag) und nach Zwischennutzung (oder Vorerträgen) darstellen. Zur genaueren Feststellung der Zuwachsgesetze gehört aber auch die Angabe der Stammzahlen, der Stammgrundflächensumme und der Dimensionen der mittleren Modellstämme in verschiedenen Lebensaltern der Bestände. Die detaillierte Betrachtung dieses Gegenstandes fällt in das Gebiet der Holzmeßkunde, weshalb hier die Mitteilung der Ertragstafeln selbst und der daraus abgeleiteten Zuwachsgesetze unterbleiben muß.

Die auf experimentellem Wege durch unmittelbare Messung zahlreicher Bestände gefundenen Zahlen der Ertragstafeln geben den Zuwachs der normal beschaffenen, vollkommen gleichartig bestockten und ganz geschlossenen Bestände an. Die wirklichen Wälder sind aber in der Regel sowohl hinsichtlich der Holzartenmischung, als auch der sonstigen Bestockungsart von einer normalen Beschaffenheit mehr oder weniger entfernt. Es ist daher von Interesse, die durchschnittlichen Materialerträge der Forstwirtschaft größerer Gebiete kennen zu lernen, weil diese aus den wirklichen Betriebsergebnissen vieler Jahre und zahlreicher Verwaltungen statistisch hergeleitet sind, also die nachhaltigen Erträge des konkreten Waldes deutlicher erkennen lassen, wie die Ertragstafeln. In nachstehender Tabelle (S. 77) sind diese statistischen Daten aus verschiedenen Ländern zusammengestellt.

Aus diesen Ertragsziffern ergibt sich, daß im Laufe dieses Jahrhunderts die Staatswaldungen der größeren deutschen Staaten eine sehr bemerkbare Steigerung des Materialertrages aufweisen, was sowohl auf einer sorgfältigeren Kultur aller Blößen und Oedungen als auch auf vermehrtem Nadelholzanbau und Wahl ertragsreicherer Umtriebszeiten beruht. Die Schwankungen in den Erträgen ergeben sich meistens durch Sturmschäden und andere Katastrophen, während in Preußen seit 1866 durch den Zutritt der neuen Provinzen eine nachhaltige Besserung der Ertragsverhältnisse erfolgte. In welchem Grade die Holzarten den Ertrag beeinflussen, zeigt die württembergische Statistik, wo pro Jahr und ha gerechnet:

	1882		1883	
	Derbholz	incl. Reisig	Derbholz	incl. Reisig
die Laubholzgebiete	2,85 fm	4,26 fm	3,07 fm	4,74 fm
die Nadelholzgebiete	5,24 „	5,99 „	5,41 „	6,23 „

abgeworfen haben.

Bezüglich der übrigen Länder möge noch beigefügt werden, daß in der Schweiz [102])

102) Nach dem Spezial-Katalog der Ausstellung für Forstwirtschaft in der schweizerischen Landesausstellung 1883.

Wirkliche jährliche Abnutzungsgröße in den Staatsforsten folgender deutscher Staaten.

Jahrgänge und Zeitabschnitte	Preußen [103])			Bayern [104])					Württemberg [105])			Baden [106])				Sachsen Kgr. [107])	Elsaß-Lothringen [108])			
	Derbholz	Stockholz und Reisig	Zusammen	Finanz-perioden	Derbholz	Stockholz	Reisig	Zusammen	Derbholz	Reisig	Zusammen	Derbholz	Stockholz	Reisig	Zusammen	Derbholz	Derbholz	Stockholz	Reisig	Zusammen
	Festmeter pro Jahr und Hektar des produktiven Waldbodens																			
1829/34	1,75	0,24	1,99	I	2,55	0,20	0,22	2,97	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
1835/39	1,51	0,25	1,76	II	3,10	0,25	0,26	3,61	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
1840/44	1,45	0,35	1,80	III	3,20	0,30	0,31	3,81	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
1845/49	1,50	0,39	1,89	IV	3,45	0,40	0,35	4,20	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
1850/54	1,52	0,40	1,92	V	3,14	0,87	0,33	3,84	—	—	—	—	—	—	—	3,19	—	—	—	—
1855/59	1,90	0,43	2,33	VI	3,24	0,40	0,33	3,97	4,12	—	—	—	—	—	—	3,35	—	—	—	—
1860/64	2,00	0,50	2,50	VII	3,43	0,58	0,36	4,37	4,04	1,22	5,26	—	—	—	—	3,55	—	—	—	—
1865/69	2,00	0,68	2,68	VIII	3,43	0,42	0,34	4,19	4,02	1,02	5,04	—	—	—	—	4,56	—	—	—	—
1869/70	2,08	0,73	2,81		4,8	—	—	—	4,1	0,9	5,0	—	—	—	—	4,59	—	—	—	—
1871	2,12	0,77	2,89		4,7	—	—	—	6,4	1,1	7,5	—	—	—	—	3,66	—	—	—	—
1872	2,48	0,94	3,42		4,5	—	—	—	5,1	0,7	5,8	—	—	—	—	3,95	2,41	0,14	0,53	3,08
1873	2,21	0,90	3,11		4,1	—	—	—	4,8	0,8	5,6	—	—	—	—	4,27	3,16	0,10	0,69	3,95
1874	2,12	0,89	3,01		3,8	—	—	—	4,1	1,0	5,1	—	—	—	—	4,85	3,03	0,17	0,81	4,01
1875	2,13	1,04	3,17		3,6	—	—	—	4,3	1,0	5,3	—	—	—	—	4,39	3,05	0,12	0,82	3,99
1876	2,61	1,06	3,67		4,0	—	—	—	4,9	1,0	5,9	—	—	—	—	5,79	3,25	0,13	0,98	4,36
1877	2,40	1,01	3,41		3,4	—	—	—	3,8	0,9	4,7	—	—	—	—	3,74	2,90	0,11	1,06	4,07
1878	2,28	0,90	3,18		3,3	—	—	—	3,9	0,9	4,8	4,29	0,07	0,88	5,24	4,61	2,89	0,09	1,02	4,00
1879	2,23	0,93	3,16		3,4	—	—	—	3,95	—	—	4,29	0,07	0,75	5,11	4,28	3,00	0,06	0,97	4,03
1880	2,40	0,94	3,34		3,3	—	—	—	4,28	—	—	4,44	0,07	1,04	5,55	4,85	3,05	0,06	1,00	4,11
1881	—	—	—		3,4	—	—	—	4,27	0,91	5,18	4,29	0,07	0,93	5,29	4,96	3,02	0,05	0,93	4,00
1882	—	—	—		—	—	—	—	4,23	1,03	5,26	4,55	0,07	0,90	5,52	5,03	—	—	—	—
1883	—	—	—		—	—	—	—	4,44	1,05	5,49	4,91	0,07	0,95	5,93	4,73	—	—	—	—

103) S. v. Hagen-Donner „Die forstl. Verhältnisse Preußens". Berlin 1883. II. Bd. S. 160.
104) Nach der „Forstverwaltung Bayerns". München 1861 u. Nachträgen in den forstl. Mitteilungen.
105) „Die forstl. Verhältnisse Württembergs". Stuttgart 1880. S. 349.
106) „Statistische Nachweisungen der Forstverwaltung des Großherzogth. Baden". Karlsruhe 1884. S. 31.
107) Nach Beyreuther „Allg. F. u. J.Z.". 1882. S. 46.
108) Nach v. Berg „Mitteilungen über die forstl. Verhältnisse in Elsaß-Lothringen". Straßburg 1883. S. 163.

die Staatswaldungen	durchschnittlich 4,75 Festmeter pro ha		
die Gemeinde und Genossenschaftswaldungen	" 3,57 " " "		
die Privatwälder	" 3,37 " " "	ertragen.	
Hiebei sind die Maxima der Erträge in den Staatsforsten	6,7 " " "	(St. Gallen)	
" Minima " " " "	" 2,0 " " "	(Unterwalden).	

In Oesterreich sind die Ermittlungen der Erträge nach dem neueren Kataster erst in der Veröffentlichung begriffen; nach früheren Angaben [109]) berechnet sich für die Waldungen aller Besitzeskategorien ein jährlicher Gesamt-Holzertrag pro Hectar und Jahr in Festmetern für:

Niederösterreich	6,46 cbm	Tirol	3,73 cbm
Oberösterreich	6,90 "	Böhmen	4,26 "
Salzburg	4,18 "	Mähren	7,20 "
Steyermark	4,19 "	Schlesien	6,85 "
Kärnten	7,15 "	Galizien	3,27 "
Krain	3,89 "	Bukowina	3,15 "

Weit zuverlässiger sind die neuesten Angaben für Ungarn [110]), wo die Kataster-Erhebungen für die sämtlichen Wälder folgende Durchschnittserträge ergaben:

Betriebsarten:	Hoch-	Mittel-wald	Nieder-	Durchschnitt cbm pro ha
für Eichen (Q. pedunc. und sessilifl.)	3,04	2,99	2,55	2,80
" Zerreichen (Q. Cerris)	3,02	.	2,48	2,74
" Rotbuchen mit Hainbuchenmischung	2,78	2,92	2,61	2,71
" Birken	2,45	3,68	3,49	3,35
" Roterlen	2,57	3,64	3,85	3,68
" Eschen, Ulmen und Ahorn	3,40	.	2,74	2,97
" Fichten	4,24	.	.	4,24
" Weißtannen	4,25	.	.	4,25
" Kiefern (Pin. silv.) mit Schwarzkiefern (P. laricio)	3,58	.	.	3,58
" Lärchen	3,61	.	.	3,61
Im Mittel des ganzen Landes	.	.	.	3,07

Hiebei sind 0,38% der Gesamtflächen I. Standortsgüte, 8,21% gehören der II., 38,99% der III., 39,10% der IV., 11,47% der V. und 1,85% der VI. Standortsgüte an.

In Frankreich war nach den Erhebungen vom Jahre 1876 der Jahresertrag an Holz pro ha Holzboden:

	in den Staatsforsten	in den Kommunalforsten
durchschnittlich	3,515 Festmeter	2,854 Festmeter

und zwar ertrugen

über 5 cbm pro ha	7,8%	der Staatswaldfläche,	8,2%	der Kommunalwaldfläche
zwischen 4—5 " " "	22,6%	" "	22,4%	" "
" 3—4 " " "	34,8%	" "	19,6%	" "
" 2—3 " " "	6,1%	" "	4,2%	" "
" 1—2 " " "	11,0%	" "	30,0%	" "
weniger als 1 " " "	17,8%	" "	15,6%	" "
	100,0		100,0	

Im Allgemeinen zeigen obige Materialerträge, daß die durchschnittliche Standortsgüte der einzelnen Länder folgenden Bonitäten der Burckhardt'schen Normalertragstafeln an-

109) Nach „die Bodenkultur-Verhältnisse Oesterreichs. Wien 1868, Seidel u. S.

110) Nach Bedö „Die wirtschaftliche u. commerzielle Beschreibung der Wälder Ungarns". Budapest 1885. I. Bd. S. 277.

nähernd entspricht, wenn man den Haubarkeits-Durchschnittsertrag bei 100 Jahren als Maßstab benützt:

		Buchen	Fichten	Kiefern
Preußische	Staatsforste	IV	V	IV
bayerische	„	III—IV	IV—V	III
württembergische	„	II—III	IV	II
badische und sächsische	„	II	III—IV	I—I
elsaß-lothringische	„	IV	V	IV
Mähren und Kärnten,	Gesamtwald	.	I	.
Ober- u. Niederösterreich, Schlesien	„	.	II	
Böhmen, Salzburg u. Steyermark	„	.	IV	.
Tirol und Krain	„	.	IV—V	.
Galizien und Bukowina	„	IV	V	.
Frankreich, Staatsforste		III—IV	IV—V	III
„	Kommunalforste	IV—V	V	III—IV

§ 38. Die Rohstoff-Erzeugung in der Forstwirtschaft ist, wie bereits gezeigt, als eine allmälige Aufspeicherung derjenigen organischen Stoffe aufzufassen, welche den alljährlich sich summierenden chemischen Arbeitsleistungen des Sonnenlichtes ihren Ursprung verdanken. Die im Vorstehenden berechneten Wärme- und Kraftvorräte, welche in einem 100jährigen Holzbestande enthalten sind und die durch dessen Verbrennung freigemacht werden können, sind die Summen derjenigen Anteile von 100 Sommerwärmen, welche das Chlorophyll der Blätter in jeder Vegetationsperiode zu chemischer Energie zu fixieren vermochte. Diese Summierung von Kraft aus zeitlich weit auseinander liegenden Perioden, die oft das durchschnittliche Menschenalter um ein Mehrfaches übertreffen, ist charakteristisch für den Produktionsgang in der Waldwirtschaft und unterscheidet sie namentlich scharf von der Landwirtschaft, die meistens alljährlich die Produkte der abgelaufenen Vegetationsperiode erntet. Aus diesem Grunde spielt die Zeit eine so wichtige Rolle in der Erörterung der Ziele der Forstwirtschaft und in der Bemessung ihrer Ergebnisse. In dem ungestörten Wirken der Natur im Urwalde ist die Lebensdauer der Bäume begrenzt durch die elementaren Gewalten der Stürme, welche die überalten, oft schon von Fäulnis oder von Insekten angegriffenen Stämme niederwerfen und so einer jungen aus Samen nachwachsenden Generation von Bäumen Platz machen. Im wirtschaftlich behandelten Walde aber ist die Bestimmung der Hiebsreife der Bäume oder ganzer Bestände wesentlich durch Erwägungen wirtschaftlicher Natur geleitet. Der Gebrauchswert, den die einzelnen Holzarten bei verschiedenen Altersstufen für die Befriedigung menschlicher Bedürfnisse haben, sowie die Rücksichten auf billige, zweckmäßige Verjüngung, endlich der Wunsch nach möglichst baldigem Fruchtgenuß und sonstige oft nur lokale Rücksichten (bei Servituten, Weide u. s. w.) bilden die Ursachen, weshalb man planmäßig die gleichartigen Bestandsformen in einem Walde ein bestimmtes Durchschnittsalter erreichen läßt. Das Zeitintervall von der Bestandesbegründung bis zum mittleren Abtriebsalter heißt die Umtriebszeit. Kommen in einer Waldung verschiedene Holzarten räumlich von einander getrennt oder verschiedene Betriebsarten vor, so veranlaßt dies häufig die Einführung zweier oder mehrerer verschiedener Umtriebszeiten neben einander, von denen jede einen gewissen Flächenteil, eine gewisse Anzahl Bestände umfaßt und man nennt einen solchen Verband von Beständen mit einerlei Umtriebszeit eine Betriebsklasse. Je nach der Waldgröße und nach den wirtschaftlichen Interessen der Besitzer erfolgen nun die Holzernten entweder nur gelegentlich bei eintretendem Bedarf, bei dringender Hiebsreife und sonstigen Veranlassungen oder es werden planmäßig alljährlich Nutzungen aus den ältesten Beständen entnommen; den ersteren Nutzungsgang heißt man aussetzenden Betrieb, den zweiten aber Nachhaltsbetrieb.

Für den Forstbetrieb im großen Maßstabe, wie ihn der Großgrundbesitz, der Gemeinde- und Staatswaldbesitz repräsentiert, ist die auf das Prinzip der Nachhaltigkeit gegründete Forstwirtschaft eine gewisse Notwendigkeit, von der man sich prinzipiell nicht ungestraft entfernen darf, die aber in Bezug auf die strenge Durchführung der Gleichheit der jährlichen Nutzungsgrößen gewisser Modifikationen fähig ist. Man versteht in diesem Sinne unter Nachhaltigkeit das wirtschaftliche Postulat, daß eine gewisse Fläche dauernd der Holzproduktion dienen soll, indem alle Flächenteile nach der Holzernte wieder mit Holzpflanzen bestockt werden, und daß der Nutzungsgang so eingerichtet werde, damit die alljährlich im ganzen Walde sich erzeugende Zuwachsmasse in Form eines gleich großen Quantums haubaren Holzes vom normalen Alter der Umtriebszeit zur Nutzung komme. Die Nachhaltigkeit verlangt also die Herstellung des Gleichgewichtes zwischen Erzeugung und Nutzung, also die Stabilität des einer jeden Umtriebszeit entsprechenden stehenden Holzvorratsquantums im normal beschaffenen Walde.

Das Gegenteil einer nachhaltigen Wirtschaft heißt man Raubbau und versteht darunter eine solche Waldbehandlung, welche das Gleichgewicht zwischen Zuwachs und Nutzung stört, indem entweder die Holzernten über das Maß des nachhaltigen Ertrages dauernd gesteigert werden und dadurch den stehendeu Vorrat aufzehren oder indem die Wiederverjüngung der Schlagflächen unterlassen oder geschädigt wird, oft auch indem die Produktivität des Bodens durch Entfernung der Streu oder des Humus dauernd sinkt. Da die bereits vorhandenen Holzbestände ein Produkt vieljähriger Vegetationsperioden der Vergangenheit sind, so erfordert die Erziehung haubarer Bestände von Umtriebszeiten, die 6—8 Dezennien übertreffen, eine konsequent durch 2—3 Generationen von Waldbesitzern durchgeführte Sparsamkeit und Enthaltsamkeit, weil auch die noch nicht ganz hiebreifen Bestände einen Gebrauchswert haben und von dem Besitzer nur mit einer gewissen Uneigennützigkeit und moralischen Aufopferung seinem Besitznachfolger intakt übergeben werden können. Diese Selbstverläugnung oder konservative Tendenz wird bei den kleinen Waldbesitzern zwar oft durch die Ortssitte und eine Hervorkehrung des eigenen behäbigen Wohlstandes in einem ansehnlichen Holzvorrat begünstigt, häufiger aber zwingen wirtschaftliche Notlage, momentaner Geldbedarf, Mißernten und andere Kalamitäten die Besitzer zum Gegenteil, zur Antizipierung künftiger Holznutzungen und zum Verlassen der wirtschaftlichen Nachhaltigkeit, womit gewöhnlich der Ruin dieser Wälder eingeleitet ist.

Die Nachhaltigkeit der Waldbenutzung ist als Prinzip für die Staatsforsten in der Regel durch die Staatsgrundgesetze und Verfassungen sanktioniert, für Gemeinde- und Körperschafts-, Instituten- und sonstige Fondsforste meistens ebenfalls mit Gesetzeskraft verfügt und beruht bei Fideikommissen und Nutznießern auf privatrechtlichen Bestimmungen. Praktisch durchführbar ist aber eine auf Nachhaltigkeit gegründete Wirtschaft nur auf Grund sorgfältiger Ertragsermittlungen und einer planmäßigen Ordnung des ganzen Nutzungs- und Verjüngungsbetriebes, weshalb die Aufstellung von Wirtschaftsplänen und deren konsequente allmälige Durchführung die erste Voraussetzung einer rationellen und geordneten Wälderbewirtschaftung bildet.

2. Die menschliche Arbeit als Produktionsfaktor in der Forstwirtschaft.

§ 39. Die Naturkräfte, welche sich am Assimilations- und Wachstumsprozesse der Pflanzen beteiligen, bewirken für sich allein noch keine Produktion in wirtschaftlichem Sinne, vielmehr geschieht dies erst durch den Aufwand menschlicher Arbeitskraft, welche auf die Befriedigung menschlicher Bedürfnisse gerichtet ist. Aber der Grad dieses Arbeitsaufwandes ist in den verschiedenen Betriebsarten der Forstwirtschaft ein sehr verschiedener, je nachdem sie sich mehr der rohen Form primitiver Okkupation nähern oder den arbeitsintensiveren landwirtschaftlichen Betrieben nachgebildet sind, wie

z. B. der Schälwaldbetrieb, die Weidenheeger=, die Waldfeldbau=Wirtschaft. Im allgemeinen ist es ein schon seit langer Zeit anerkannter Grundsatz, daß der Waldbau zu den extensiveren Formen der Bodenbewirtschaftung gehöre [111]), d. h. daß er vermöge seines langsamen Produktionsganges nicht den Aufwand von viel Arbeit verlohne, aber auch ohne Düngung, Bodenbearbeitung und alljährlichen Aufwand an Saatgut ꝛc. Erträge abwerfe.

Während in den extensivsten Formen der Exploitation großer Waldgebiete, wie sie in Canada, Skandinavien, Finnland oder in Bosnien betrieben wird, nur die Arbeitsaufwendungen für Zugutemachung und Transport der Hölzer in Betracht kommen, findet in der auf Nachhaltigkeit der Nutzung, d. h. Wiedererzeugung von Beständen an der Stelle der abgeholzten, basierten geregelten Forstwirtschaft eine Reihe von hierauf gerichteten Arbeitsteilen von Kulturthätigkeit, Bestandespflege und Wegebau Anwendung, und in Kulturländern mit einigermaßen dichter Bevölkerung wird man in der Regel außerdem die technisch höher stehenden Arbeitsleistungen für Schutz und für die Betriebsführung nebst sämtlichen Administrations=Geschäften entwickelt finden. Um eine beiläufige Vorstellung von dem Arbeitsquantum zu geben, welches im größeren Forsthaushalte erfordert wird, führe ich nachstehende Angaben verschiedener Schriftsteller an:

Nach Hundeshagen [112])	kommen durchschn. auf je 1 qkm (= 100 ha) Hochwald	235 Arbeitstage
„ Frhr. v. Berg [113]) im Tharander Rev.	„ „ „ „	567 „
„ demselben im Kupferhütter Reviere	„ „ „ „	925 „
„ Bernhardt [114]) bei Hochwaldbetrieb	„ „ „ „	625 „ / 49 Fuhrlohntage
„ demselben bei Haubergswirtschaft	„ „ „ „	1390 Arbeitstage

Andere Erfahrungssätze [115]) liegen aus der Tuchler Haide von 75 516 ha Größe vor; daselbst sind ständig beschäftigt 141 Schutzbedienstete, Aufseher und Waldwärter, ca. 1100 Waldarbeiter, 110 Fuhrleute, 35 Arbeiterinnen, in Sa. 1386 Personen ständig. Nebenerwerb beziehen 805 Taglöhner, 260 Holzfuhrleute, 2300 Sammler von Raff= und Leseholz, Beeren und Pilzen, 360 Sammler von Gras und 620 von Kiefernzapfen. Dagegen beschäftigt die Oberförsterei Köpenik bei Berlin mit ca. 8000 ha Wald 520 ständige und nicht ständige Waldarbeiter sowie 2260 Sammler von Leseholz, Streu und Zapfen. In der Forstinspektion Schleusingen, 22 845 ha groß, finden 45 Schutzbedienstete, 481 Waldarbeiter, 164 Holzfuhrleute ihre Haupterwerbsquelle, während 722 Tagelöhner, 171 Fuhrwerke einen Nebenerwerb erhalten, wie dies außerdem bei 7200 Sammlern von allerlei Nebennutzungen der Fall ist. Insgesamt beteiligen sich also 8783 Personen an Arbeitsleistungen im Walde, wobei allerdings ein großer Teil nur im gewonnenen Produkte selbst seine Entlohnung findet.

Alle diese Beispiele beziehen sich nur auf Staatsforste; im kleinen Privatbesitze gestaltet sich das Verhältnis insofern wesentlich anders, als die bezahlte Lohnarbeit daselbst sehr oft ganz wegfällt, indem der Besitzer mit seinen Familienangehörigen alle Geschäfte selbst ver=

111) Interessant und, wie mir scheint, wenig bekannt ist ein hierauf bezüglicher merkwürdiger Ausspruch des bekannten Naturforschers M. de Buffon in seinem Mémoire sur la culture des forêts (Hist. de l'Acad. Roy. année 1742, S. 238, worin er nach Schilderung der Mißerfolge, die er mit dem Aufwand von viel Bodenbearbeitung in seinen Eichenkulturen hatte, wörtlich also fortfährt:

»Je l'ai dit et je le répète, on ne peut trop cultiver la terre lorsqu'elle nous rend tous les ans le fruit de nos traveaux; mais lorsqu'il faut attendre vingt-cinq ou trente ans pour jouir, lorsqu'il faut faire une dépense considérable pour arriver à cette jouissance, on a raison d'examiner, on a peut-être raison de se dégoûter. Le fonds ne vaut que par le revenu, et quelle différence d'un revenu annuel à un revenu éloigné, même incertain!«

Ist hier nicht der Grundgedanke der Reinertragstheorie klar ausgesprochen?

112) Hundeshagen „Encyklopädie der Forstwissenschaft". Tübingen 1835.

113) v. Berg „Staatsforstwirtschaftslehre". Leipzig 1850.

114) Bernhardt „Waldwirthschaft und Waldschutz". Berlin 1869.

115) „Der Wald und die Arbeiter". (Nordd. Allg. Ztg. März 1884.)

richtet und die geernteten Produkte in seiner eigenen Hauswirtschaft consumiert. Eine solche Waldwirtschaft im kleinsten Maßstabe bietet dann das Bild der reinen Naturalwirtschaft, während sich in der Gemeindewirtschaft die mannigfaltigsten Übergangsformen von dieser durch Loosholzgenuß und Frohnarbeit aller Empfangsberechtigten-charakterisierten Wirtschaft zur Geldwirtschaft mit freiem Verkauf der Produkte und Lohnarbeit vorfinden — erstere herrscht mehr in den rein bäuerlichen Gemeinden, letztere in Fabrikorten. Ihrer Qualität nach ist die Arbeit im Forstbetriebe größtenteils eine schwere, die große körperliche Rüstigkeit vom Arbeiter verlangt, um während der rauhen Jahreszeit die beschwerliche und zuweilen gefahrvolle Fällung und Bringung bewerkstelligen zu können; hiebei ist besonders zu beachten, daß die Witterung der Kontinuität der Arbeit hinderlich ist und viele Tage im Jahr die Arbeit stocken muß. Auch die weiten Wege von den Ortschaften zur Arbeitsstelle im Walde veranlassen viel Verlust an Zeit und Kraft. Hiezu kommt, daß die Waldarbeit nicht in gleichem Verhältnisse bezüglich der Löhne gestiegen ist wie die meisten übrigen Kategorien der Arbeit, indem, wie Fribolin für Württemberg nachwies, innerhalb der Zeit von 1847—73 der Lohn gewöhnlicher Tagelöhner um 105%, jener der Waldarbeiter im Taglohn nur um 63%, bei Akkordarbeit aber nur um 43% stieg. Analog war das Verhältnis in Westfalen, wo z. B. in Arnswalde seit 1822—71 der Lohn der Holzspalter um 100%, der Maurer um 75%, hingegen der Waldarbeiter nur um 33% zugenommen hat.

Außer den schweren Fällungsarbeiten finden noch eine Reihe leichterer Beschäftigungen bei Kulturen u. dgl. statt, wo Frauen- und Kinderarbeit zulässig ist, um an Kosten zu sparen und um der ärmeren Klasse in den Walddörfern Gelegenheit zum Verdienst zu geben.

Wegen der größtentheils mit Gefahren verknüpften Holzfällung und Bringung ist es sehr ratsam, durch umfassende Versicherungsanstalten die Mittel parat zu stellen, um bei voraussichtlich eintretenden Unfällen nach Möglichkeit Hilfe gewähren zu können, weshalb schon seit alter Zeit Kranken- und Unterstützungskassen im großen Forstbetriebe üblich sind, während die reichsgesetzliche Regelung der Invaliditäts-Unterstützung einen gleich humanitären Zweck erstrebt.

§ 40. Auch in der Staatsforstwirtschaft sind in Form der Servituten und Vergünstigungen noch viele Reste der Naturalwirtschaft bestehen geblieben, insbesondere in den Alpen und einzelnen großen Waldgebieten, d. h. wenn man nicht das Rechtsverhältnis als solches, sondern den wirtschaftlichen Vorgang bei der Nutzungsteilung ins Auge faßt. In den nicht mit Berechtigungen belasteten Waldungen dagegen geben mit Ausnahme der Leseholznutzungen u. dgl. die Lohnsabrechnungen genaue Aufschlüsse über die Höhe der für die verschiedenen Arbeitsteile gemachten Aufwendungen an Arbeit. Summarisch kann man dieselben nach Dr. Danckelmann [116]) im Durchschnitte der letzten Jahre für Holzhauerlöhne, Kulturarbeiten und Wegebau annehmen:

in Preußen	=	5,2	M. pro ha und Jahr,
„ Sachsen	=	6,5	„ „ „ „
„ Elsaß-Lothringen	=	9,1	„ „ „ „
„ Württemberg	=	12,6	„ „ „ „
„ Baden	=	13,2	„ „ „ „

Indessen ist ein Vergleich dieser Zahlen unter sich nur mit großer Vorsicht möglich, weil in allen gebirgigen Gegenden die Holzbringungs- und Triftkosten, welche eigentlich nur eine Vorauslage für den Käufer sind, zweckmäßiger in Regie der Forstverwaltung als auf Wag' und Gefahr des Käufers gemacht werden und sich in höheren Preisen wieder lohnen. Die Ausgaben pro ha steigen deshalb mit der Intensität der Wirtschaft, welche wiederum von der Bevölkerungsdichtigkeit, Entwicklung der Industrie und Höhe der Holzpreise wesentlich

116) Dr. Danckelmann „Die Deutschen Nutzholzzölle". Berlin 1883, Springer.

bedingt wird, wie dies z. B. die Angaben aus Preußen für das Jahr 1880/81 beweisen, wornach von den Gesammtausgaben für den Forstbetrieb und die Forstverwaltung auf das Hektar ertragsfähiger Fläche entfielen: in Ostpreußen M. 8,33, Westpreußen 8,37, Brandenburg 8,47, Pommern 9,65, Posen 7,37, Schlesien 11,60, Sachsen 12,66, Schleswig-Holstein 14,80, Hannover 18,72, Westfalen 15,30, Hessen-Nassau 14,88, Rheinprovinz 16,45.

Ausscheidung der Ausgaben nach den hauptsächlichsten Verwendungen.

Staatsforsten in den Provinzen und Ländern	Jahrgang	Auf 1 ha ertragsfähiger Fläche entfielen an Ausgaben Mark: Gesamte Verwaltungs- und Schutzkosten	Gewinnungs- und Transportkosten von Holz und anderen Forstprodukten	Kulturkosten	Waldwegebau und Wegunterhaltung
Ostpreußen . . .	1880/81	3,75	2,27	1,03	0,42
Westpreußen . .	"	3,74	1,62	1,01	0,42
Brandenburg . .	"	3,73	2,62	0,97	0,43
Pommern . . .	"	4,11	2,59	1,23	0,49
Posen	"	3,99	1,78	0,94	0,09
Schlesien	"	5,08	3,29	1,10	0,78
Sachsen	"	5,35	3,90	1,24	0,75
Schleswig-Holstein	"	6,10	3,54	2,20	0,41
Hannover	"	6,12	4,35	2,93	0,69
Westfalen	"	6,22	3,53	1,75	1,52
Hessen-Nassau . .	"	7,02	3,80	1,92	0,43
Rheinprovinz . .	"	6,80	4,81	1,91	2,00
Preußische Monarchie	"	4,83	2,98	1,41	0,59
Bayern	1860	3,59	3,31	0,63	0,50
"	1865	4,21	3,70	0,67	0,73
"	1870	4,19	3,90	0,63	0,57
"	1875	5,77	5,06	0,89	0,94
"	1879	6,38	3,71	1,07	1,14
Württemberg . .	1871/73	—	9,2	2,6	2,6
" . .	1874/76	—	10,0	2,5	3,1
" . .	1877/78	8,7	9,2	2,2	3,3
Königr. Sachsen .	1850/59	3,67	4,25	1,06	0,6
" " . .	1860/69	4,40	5,41	1,01	0,9
" " . .	1870/79	6,46	8,11	1,07	2,1
		Schutz allein			
Baden	1880	2,14	7,80	1,48	0,87
"	1881	2,19	7,45	1,44	0,72
"	1882	2,19	7,79	1,42	0,77
"	1883	2,18	8,31	1,48	1,15
Elsaß-Lothringen .	1872/82	7,43	5,98	1,84	0,76

Um die Höhe der Ausgaben in der forstlichen Produktion zwischen verschiedenen Staaten zu vergleichen, wendet man häufig neben der Angabe pro ha auch jene in Prozenten der Brutto-Einnahme an; in diesem Sinne waren:

(Tabelle siehe Seite 84.)

Hieraus ergiebt sich also, daß die Schutz- und Verwaltungskosten beiläufig 1/7 bis 1/6, jene für den Betrieb 1/4 bis 1/3 der Roheinnahme absorbieren, übrigens sind die Zahlen nicht immer direkt vergleichbar, weil in einzelnen Staaten noch die Kosten für Forstrechtsablösungen, forstl. Unterricht und sonstige Sparten unter den Forstausgaben figurieren.

In den Forstbudgets der Staaten werden diese verschiedenen Kosten, denen noch zahlreiche Arbeitsteile von geringerer Bedeutung z. B. Kosten des Verkaufes, der Perception der Trift, Holzhöfe, Insekten-Vertilgung &c. beizuzählen sind, der Einfachheit halber jährlich in Rechnung gestellt und mit den Einnahmen in Bilanz gebracht. In wirtschaftlichem Sinne freilich sind ein Teil dieser Kosten als Kapitalanlagen zu betrachten, welche nur mit ihren Zinsen event. auch mit einer Amortisationsquote an der Produktion Teil nehmen. Bei Vergleichung der Kosten zwischen verschiedenen Ländern sowie bei Verzinsungs- und

Die Ausgaben in den Staatsforsten in Prozenten der Brutto-Einnahmen.

Jahrgang	Preußen			Bayern			Sachsen		Württbg.
	Total	für Schutz und Verwaltung	für Hauerlohn, Kultur, Wegbau	Total	für Schutz und Verwaltung	für Hauerlohn, Kultur, Wegbau	Total	für Schutz und Verwaltung	Total
1855	44,9	21,4	23,3	44,1	20,5	23,6	37,3	12,2	44
1856	44,1	19,3	24,7	42,1	18,4	23,7	39,8	12,7	39
1857	39,6	18,5	21,0	43,1	18,5	24,6	32,1	11,0	35
1858	42,8	20,2	22,5	44,7	18,9	25,8	32,0	10,5	35
1859	45,0	21,6	23,8	42,9	18,9	24,0	33,5	11,0	39
1860	45,3	22,1	23,1	44,1	19,2	25,0	31,4	10,5	31
1861	41,5	19,8	21,6	36,7	16,5	20,2	30,0	10,1	33
1862	38,1	17,7	20,3	36,7	16,4	20,3	29,1	9,9	34
1863	37,7	16,9	20,7	36,3	16,0	20,3	26,7	8,9	32
1864	37,9	16,9	20,9	37,3	16,6	20,7	27,8	10,4	35
1865	35,4	15,9	19,4	40,4	20,2	20,2	26,9	10,1	32
1866	39,4	17,4	21,9	46,9	24,7	22,2	31,4	10,2	42
1867	42,9	19,3	23,5	42,6	19,7	22,9	29,2	9,9	46
1868	49,6	19,8	29,6	47,1	17,7	22,1	31,6	10,8	39
1869	49,8	19,5	30,1	47,7	17,1	24,1	23,4	6,4	42
1870	47,6	20,2	27,2	38,8	13,7	20,7	34,4	10,9	38
1871	48,6	20,5	27,9	40,1	13,5	21,5	33,2	10,9	38
1872	47,5	20,4	26,9	40,8	15,2	20,5	28,5	9,8	36
1873	44,9	20,2	24,5	41,5	14,8	21,2	24,2	7,4	34
1874	48,9	22,1	26,6	43,6	15,8	21,5	26,0	8,2	38
1875	47,1	20,9	26,0	45,1	15,9	22,8	26,8	8,9	35
1876	50,2	21,0	28,9	44,6	17,1	22,4	31,0	11,1	35
1877	58,2	24,5	33,4	52,4	20,2	25,4	47,9	17,2	46
1878	58,5	24,5	33,7	51,6	21,3	24,2	36,1	13,2	40

Rentabilitätsberechnungen müssen deshalb Wegeanlagen und sonstige Meliorationen, Errichtung von Dienstgebäuden sowie Forstrechtsablösungen und dergl. lediglich mit ihrer laufenden Verzinsung den Brutto-Einnahmen gegenüber gestellt werden, so daß die budgetmäßigen Zahlen dazu nicht unmittelbar benützbar sind.

Hinsichtlich der forstlichen Produktionskosten gilt selbstverständlich wie in allen übrigen Zweigen der Produktion das Postulat der Wirtschaftlichkeit d. h. der weisen Zuratehaltung aller Aufwendungen von Arbeit und Vermögensteilen, um den Zweck mit den möglichst geringen Opfern an diesen zu erreichen. Diese niedrigste Grenze des wirtschaftlich zulässigen Produktionsaufwandes ist aber bei den verschiedenen Intensitätsgraden der Wirtschaft und den einzelnen Betriebssystemen eine sehr ungleiche, wie oben schon dargethan wurde. Es ist daher eine der wesentlichsten Aufgaben des Wirtschafters, die Grenzlinie aufzusuchen, bis zu welcher einem vermehrten Arbeitsaufwand noch eine Einnahme-Erhöhung entspricht, was sowohl örtlich als zeitlich sehr verschieden ist. Solche Erwägungen und Berechnungen leiten den Verwalter in einer Menge von Fragen, die im Betriebe täglich an ihn herantreten, z. B. ob die Aufarbeitung durch den Käufer oder die Eigengewinnung in einem bestimmten Fall nützlicher, ob Stockholzgewinnung noch lohnend sei, ob Reisig in aufgearbeitetem oder losem Zustand zum Verkauf kommen soll, wann die Durchforstungen zu beginnen haben, welche Wegebauten luxuriös oder dringlich, welche Kulturmethoden rentabel seien, ob künstliche oder natürliche Verjüngung den Vorzug verdienen u. s. w. So oft andere Holzpreise, andere Transportentfernungen, andere Löhne supponiert werden, wird das Resultat dieser wirtschaftlichen Kalkulationen ein anderes sein, weshalb das eigene Denken des wirtschaftenden Personales nie durch Generalregeln oder durch eine schablonisierende Forsteinrichtung ersetzbar ist. Selbstverständlich ist aber die wirtschaftliche Sparsamkeit nicht zu verwechseln mit der absoluten, welche um jeden

Preis die Produktionskosten vermeidet und lieber die Mark Gewinn opfert, um den Pfennig Baarauslage zu retten.

§ 41. Die soeben betrachteten Arbeitsleistungen im forstlichen Betriebe machen nach einer annähernden Schätzung Dr. Danckelmanns ca. 83 Millionen Mark für das deutsche Reich aus. Es ist aber wohl zu beachten, daß damit nur jene Arbeiten gemeint sind, welche bis zum Übergang des Produktes in die Hände des Käufers erfolgen. An sie schließt sich, insbesondere bei den Nutzhölzern erst eine umfassende Veredelungsarbeit an, welche den Rohstoff so formt, wie er in den Konsum gelangt. Zunächst ist schon das Transportgewerbe in ganz hervorragender Weise an der örtlichen Verteilung der Forstprodukte und der Wertbildung durch räumliche Übertragung beteiligt. Es giebt wenige Waren, bei denen die Transportkosten einen ähnlichen Prozentsatz am Wert loco Konsumtionsort ausmachen wie bei dem Holz, das bei schwieriger Transportierbarkeit einen verhältnismäßig niedrigen Preis hat. Bekanntlich hat v. Thünen diesen Einfluß der Transportkosten auf die Preisbildung und Rentabilität der Forstwirtschaft eingehend erörtert und auf Grund seiner Berechnungen der letzteren die Zone zunächst der Gartenwirtschaft in seinem isolierten Staate zugewiesen. Wie bedeutend die Quantität der Transportleistungen für die Forstwirtschaft aber ist, ergiebt sich z. B. daraus, daß das bayer. Staatsbahnnetz durchschnittlich jährlich ca. 1⅛ Millionen cbm Holz nach den großen Konsumtionszentren befördert, was ca. 48% des Jahresertrags der bayr. Staatsforste bedeutet. Aber der Transport per Axe wird bei weitem übertroffen durch die gewaltigen Massen Holz, welche zu Wasser verfrachtet werden, indem z. B. auf der Weichsel im Durchschnitte der 10 Jahre 1873/82 über 555 000 Tonnen (á 1000 kg) oder ca. 925 000 cbm jährlich die Grenze bei Schmaleningken passierten, während zur See in manchen Jahren 6—7 Millionen Stück Bretter in Lübeck einliefen. Hieraus kann man sich ein Bild von der weitverzweigten Handels- und Transportthätigkeit machen, welche sich an den Vertrieb dieses wichtigen Rohstoffs knüpft. Noch ungleich beträchtlicher aber ist der Arbeitsaufwand für die industrielle Veredelung zu Halb- und Ganzfabrikaten, der das Erzeugnis der Wälder auf mechanischem und chemischem Wege so umgestaltet, wie es für die Bedürfnisse der menschlichen Kultur am geeignetsten ist. Die holzverarbeitenden Gewerbe und Industriezweige beschäftigen nach der Zählung von 1875 in ihren Hauptbetrieben 583 300 Personen oder 9 Prozent sämtlicher Gewerbetreibenden überhaupt, hiervon trafen

auf die Tischlerei	230 510	Erwerbsthätige
auf das Zimmermannsgewerbe	122 554	"
auf Wagner und Stellmacher	47 501	"
auf das Böttchergewerbe	58 542	"
auf Sägmühle- u. Imprägnieranstalten	34 246	"
auf die Korbflechtindustrie	30 611	"

Der Arbeitsverdienst dieser Bevölkerungsklasse wird auf beiläufig 463 Mill. M. pro Jahr berechnet, wobei aber die Holzstoff- und Cellulose-Industrie sowie der Schiffbau und die Zündholzindustrie noch nicht inbegriffen sind. Hieraus folgt also, daß weite Kreise der industriellen und gewerblichen Einwohner aufs lebhafteste an einer sorgfältigen Kultur und nachhaltigen Instandhaltung der Wälder interessiert sind als an der Quelle für die Rohmaterialien, in welchen sie ihre Arbeitskraft fixieren und verwerten können. Umgekehrt ist aber das Interesse der Waldbesitzer nicht minder auf die Mitwirkung der holzverarbeitenden Industrie hingewiesen, denn nur durch diese Umformung und Zurichtung werden die Produkte der Wälder geeignet, den Weltmarkt aufzusuchen und die engen Schranken des lokalen Absatzes zu überschreiten. Dazu kommt, daß in einem dicht mit industriellen Etablissements versehenen Lande die Vermeidung weiter Wege und nutzlosen Transports von wertlosem Material (Rinde, Gipfelholz 2c. 2c.) an den Kosten der Verfrachtung wesentliche

Ersparnisse zulässig sind, die dann durch Erhöhung der Waldpreise den Waldbesitzern zu Gute kommen und den Kapitalwert der Wälder infolge der Gunst der Lage steigern. Ich habe in dieser Beziehung darauf hingewiesen [117]), daß man für Deutschland gegenwärtig folgende Steigerung des budgetmäßigen Reinertrages der Forsten ganzer Provinzen bei Zunahme der Intensität der Holzindustrie um 1000 Arbeiter beobachten kann:

in den vorwiegend aus Buchen bestehenden Waldungen um 0,37 M.
" " " " Fichten " " " 1,46 "
" " Kiefern oder Mischungen von Laub- und Nadelholz " 1,04 "

Auch in Frankreich [118]) kann man eine Einwirkung des Zustandes der Holzverarbeitung auf die Waldrente wohl erkennen, indem z. B. in den Nadelholzforsten der höchste Bruttoertrag pro ha mit 216,28 Frcs. im Bezirke Besançon (einem wichtigen Holzhandelsplatz) erzielt wurde, es folgen dann die Forstbezirke (conservations) Lons le Saulnier mit 172,02, Nancy mit 158,93, Moulins 123,63, Maçon 118,40, Epinal 116,90 Frcs. während hingegen die wenig industriereichen Gebiete nur sehr niedrige Erträge pro ha aufweisen, wie Carcassonne 29,40, Gap 27,85, Aurillac 16,33 und Ajaccio 6,42 Frcs.

3. Die Produktionskapitalien der Forstwirtschaft und ihre Rentabilität.

Da dieses Wissensgebiet sich als „forstliche Statik" zur selbständigen Disciplin entwickelt und programmgemäß in diesem Handbuche als solche speziell behandelt werden soll, so kann hier nur der Vollständigkeit und Abrundung halber summarisch auf die dritte der Güterquellen hingewiesen werden, aus welchen die Wertbildung in der Forstwirtschaft erfolgt.

§ 42. Die Kapitalformen, deren sich die forstliche Produktion bedient, sind außer dem in Besitz übergegangenen Boden, der hiedurch Kapitaleigenschaft erlangt hat, im Wesentlichen folgende:

1) der Holzvorrat.

2) alle fixen Kapitalien, welche zum Forstbetriebe gehören wie Dienstgebäude, Holzhöfe, Triftanstalten, sowie das gesamte Weg- und sonstige Transportnetz.

3) die Werkzeuge und Geräte für den Kultur-, Wegbau- und Triftbetrieb, alle sonstigen Mobilien und das in den Inventaren aufgezählte Material an beweglichen Einrichtungsstücken.

4) die in Kapitalform gedachten Geldmittel, welche für den Lebensunterhalt der oben näher betrachteten Arbeitskräfte sowie für die Gehalte der Schutzbediensteten und technischen Angestellten erforderlich sind. In diesem Sinne spricht man daher von einem Kulturkostenkapitale, einem Verwaltungskapitale.

5) Die gleichfalls zum Kapitale erhobenen Auslagen für Steuern, Kreis-Distrikts-Gemeinde-Umlagen, also alle auf Grund und Boden haftenden öffentlich-rechtlichen Verpflichtungen.

Vergleicht man ganz allgemein die Forstwirtschaft in bezug auf ihren Kapitalaufwand mit anderen Produktionszweigen z. B. der Landwirtschaft, so ergiebt sich, daß sie hinsichtlich der unter 2 bis 5 genannten Kapitalformen relativ viel weniger bedarf, weil die Arbeitsaufwendung eine geringere ist und für Magazinierung und Zubereitung der Ernteprodukte in der Regel keine besonderen Gebäulichkeiten erforderlich sind. Noch mehr tritt dies bei einem Vergleich mit industriellen Unternehmungen aller Art hervor, bei denen ja gerade der Konto für Gebäude, Werkzeuge und Maschinen, sowie derjenige für Arbeitslöhne die Hauptrolle spielt. Das unterscheidende und charakteristische Produktionskapital der Forstwirtschaft ist hingegen das Holzkapital. Man versteht darunter jene Größe des stehenden Holzbestandes, welche vorerst nur zur Ansammlung von Holzmasse durch den

117) „Forstwissensch. Centralblatt" 1884. S. 85.
118) Statistique forestière. Paris 1878. S. 362.

Zuwachs dient und erst beim Erreichen eines bestimmten Baumalters planmäßig genutzt werden soll. Da nämlich jeder einzelne Baum als eine Aufspeicherung von vieljährigen Assimilationsprodukten anzusehen ist, die in Form von ausdauerndem Zellgewebe in concentrischen Schichten längs der Stammaxe und ihren fortwachsenden Verlängerungen angelegt wurden, so folgt hieraus für eine Holzproduktion überhaupt die Notwendigkeit des Vorhandenseins zahlreicher Baumindividuen, an welchen eine solche Erzeugung und Ablagerung von Holzfasern sich alljährlich wiederholen kann, bis sie für menschliche Zwecke gebrauchsfähig werden. Die jährliche Zunahme der Masse eines Baumes heißt sein Zuwachs, derselbe erscheint beim Einzelbaum als eine schmale Holzschichte, die zwischen dem Cambium und dem Holzkörper auf der ganzen Oberfläche des letzteren gebildet wurde und auf dem Querschnitt als Jahrring erscheint. Bei ganzen Holzbeständen geht nun neben dieser Massenzunahme der Einzelstämme eine unausgesetzte Verminderung der Stammzahl einher, indem die schwächeren Individuen durch die kräftigeren, dominierenden überwachsen werden und an Lichtmangel zu Grunde gehen, so daß in den jugendlichen Altersstufen eine unausgesetzte, starke Ausscheidung der zurückgebliebenen Stämme durch die wuchskräftigeren stattfindet — ein Verdrängungsprozeß, welcher erst im höheren Alter, nachdem der Höhenwuchs in der Hauptsache vollendet ist, nachläßt aber nie ganz aufhört. Alles Holzmaterial, was auf diese Weise ausgeschieden wurde, heißt „Zwischennutzung" im Gegensatz zu der in Form des dominierenden Bestandes bei dem Abtrieb des ganzen Bestandes vorfindlichen „Hauptnutzung", welche die eigentliche Holzernte darstellt.

Wenn man nun das Verhältnis zwischen einem stehenden Holzbestande und seinem Jahreszuwachse als das zwischen Kapital und Zins auffaßt, so ist damit der Begriff „Holzkapital" wenigstens für den sog. aussetzenden Betrieb gegeben, wobei man entweder blos die Massen beider in Rechnung zieht und prozentisch ausdrückt (Massenzuwachsprozent) oder beide in ihrem Geldwerthe veranschlagt und die Wertszunahme pro Jahr in Prozenten vom Werte des Holzkapitales ausrechnet (Wertszuwachsprozent). Wie diese Erhebungen technisch gemacht werden müssen und auf welche Art die Wertsermittlung geschieht, kann hier nicht näher auseinandergesetzt werden, da dies Sache der Holzmeßkunde und der Statik ist.

Das Verhältnis zwischen Zuwachs und Vorrat hängt sowol von dem Gang des Zuwachses selbst ab, der in den verschiedenen Lebensaltern sich nicht gleich bleibt, sondern in der Jugend rasch ansteigt, dann einen Kulminationspunkt erreicht, von wo an er wieder sinkt, als auch von der Summirung der Zuwachsgrößen im Vorrate selbst. Es ist begreiflich, daß in den ersten Jahren einem minimalen Vorrate selbst bei geringer Massenvermehrung eine hohe prozentische Verzinsung entspricht, während umgekehrt in älteren Beständen schon eine bedeutende Zuwachsgröße hinzukommen muß, um eine Verzinsung zu liefern, wie sie bei Leihkapitalien landesüblich ist. Im allgemeinen kann man für die Durchschnittsgröße des Zuwachses (den sog. Haubarkeitsdurchschnitts-Zuwachs z) den Zinsfuß p ohne weitere Rechnung für den Kulminationspunkt u des Zuwachses durch den Ausdruck $p = \frac{100}{u}$ finden, weil der Bestandesvorrat uz ist, welchem z als Jahreszins gegenübersteht. Bei u = 80 Jahren ist daher der Zinsfuß 1,25%, bei 100 Jahren = 1,00%, was sowol für die Massen-, wie für die Wertsmehrung giltig ist.

In einer auf das Postulat der Nachhaltigkeit gegründeten Waldwirtschaft nimmt das Holzvorratkapital eine bestimmte Form an, die von der soeben betrachteten dadurch abweicht, daß die zur Aufspeicherung der Zuwachsgrößen bestimmten stehenden Vorräte hinsichtlich ihres Bestandesalters eine regelmäßige Abstufung in Gestalt einer arithmetischen Reihe von u—1 bis 0 Jahren zeigen müssen, wenn anders die Forderung erfüllt werden soll, daß alljährlich gleich große Mengen Holzes von normalem Alter der gewünschten Altersstufe u zur Fällung kommen sollen. Diese Notwendigkeit

folgt unmittelbar aus dem, was oben über die Art der Zuwachsansammlung gesagt wurde, und es ist nur zu untersuchen, zu welchem Zinsfuße sich diese in regelmäßiger Altersabstufung auf gleichen Flächengrößen verteilten Bestände, welche man in ihrer Gesamtheit den Normalvorrat nennt, durch den alljährlich zum Abtrieb kommenden Vorrat des ältesten Gliedes dieser Reihe verzinsen. Rechnet man auch hier wieder nur mit Durchschnittsgrößen und mit Uebergehung der Unterschiede, welche den Jahreszeiten durch das zeitliche Auseinanderfallen der Vegetations- und der Fällungszeit mit sich bringen, so kann man den Normalvorrat als Summe einer arithmetischen Reihe von u Gliedern, deren erstes $= 0$, deren letztes uz ist, berechnen und erhält somit $\frac{uuz}{2}$. Diesem Kapitale steht dann der Vorrath des ältesten Schlages uz als Zins gegenüber, so daß der Zinsfuß sich aus der Proportion $\frac{uuz}{2} : uz = 100 : p$ also auf $p = \frac{200}{u}$ berechnet. Hieraus ergiebt sich also, daß im Nachhaltsbetriebe der Zinsfuß durchschnittlich doppelt so hoch ist, als er sich für den Einzelbestand wie er im haubaren letzten Glied verkörpert ist berechnet; um beide Zinsfüße von einander zu unterscheiden nennt man diesen das „Zuwachsprozent", dagegen den Zinsfuß des Nachhaltsbetriebes das „Nutzprozent". In beiden Fällen zeigen aber die Formeln, daß der Zinsfuß in umgekehrtem Verhältnisse zur Länge der Umtriebszeit steht und für verschiedene Umtriebszeiten im allgemeinen nach einer Reciprokenreihe abnimmt, in welcher die Jahre der Umtriebszeit die Nenner bilden. Da nun der Zuwachsgang fast aller anbaufähigen Holzarten ein verhältnismäßig langsamer ist, so liegt zwischen Aussaat und Ernte ein im Verhältnis zur menschlichen Lebensdauer langer Zeitraum — viel größer als in den meisten übrigen Produktionszweigen. Dies veranlaßt eine langjährige Inanspruchnahme der Bodenrente durch die Forstproduktion, sowie einen langen Verzicht auf die Zinsen der Kulturkosten und des Wertes, der im Holzvorrat steckt, während die jährlichen Auslagen für Schutz, Verwaltung, für Steuern und Lasten samt ihren Zinsen zu hohen Beträgen anlaufen.

§ 43. Eine Holzproduktion, die also lediglich Massen von gleichem Wert erzeugen würde, wie z. B. die Brennholzwirtschaft, müßte daher notwendigerweise mit sehr niedrigen Umtrieben wirtschaften, wenn sie aus ihren stehenden Vorräten noch eine landesübliche Verzinsung herauswirtschaften wollte. Anders gestaltet sich jedoch die Frage, wenn mit dem höheren Alter der Bäume auch ihr Gebrauchswert pro Masseneinheit steigt; meistens sind die stärkeren Stammformen wegen ihres größeren Kernholzgehaltes, wegen der größeren Bretterbreiten, die sie liefern, sowie wegen der günstigeren Schaftform für Bauhölzer gesuchter als die ohnehin massenhaft von den Privatwaldbesitzern zu Markt gebrachte sog. „schwache Waare". Dies gilt namentlich für alle dem Export unterliegenden Nutzhölzer, welche nur dann hohe Transportspesen vertragen, wenn sie einen hohen Gebrauchswert haben und in dem Importlande nicht zu haben sind. Solche besondere Qualitäten von Hölzern haben, sofern sie nicht in zu großen Massen zum Angebot kommen, einen gewissen Seltenheitswert und übertreffen im Preise pro cbm oft weitaus die schwächeren Sortimente jüngerer Bestände. Hofrat Preßler nennt diese Erhöhung des Einheitspreises den „Qualitätszuwachs der Bestände" und machte zuerst auf den wichtigen Einfluß aufmerksam, den diese Erscheinung in wirtschaftlicher Hinsicht insbesondere bezüglich der Wahl der Betriebsart und Umtriebszeit ausübt. Ein dritter, von ihm „Theuerungszuwachs" genannter Faktor, welcher in der relativen Werterhöhung des Holzes als eines Naturproduktes gegenüber der Mehrzahl der übrigen Güter, namentlich des Zahlungsmittels, bestehen soll, ist bei der nachfolgenden Betrachtung ausgeschlossen.

Da nach dem obigen der Qualitätszuwachs nur die älteren Bestände berührt und insbesondere in dem letzten Gliede voll zum Ausdruck kommt, so ist es natürlich, daß er günstig auf die Verzinsung sowohl bei aussetzendem, wie beim Nachhaltsbetrieb influiert.

Wissenschaftlich findet die Untersuchung der Rentabilität der Forstwirtschaft auf verschiedene Weise statt (s. Statik). Entweder berechnet man, welche Bodenrente pro ha Waldboden sich unter Zugrundelegung einer oder verschiedener zu vergleichender Umtriebszeiten und eines angenommenen Wirtschaftszinsfußes ergiebt, wobei man sich auf den Standpunkt eines Unternehmers stellt, der sowohl die Ausgaben für Kulturen, für Verwaltung und Steuern, als alle zu verschiedenen Zeiten einlaufenden Einnahmen des Einzelbestandes finanzrechnerisch auf ihren Kapitalwert reduziert und abgleicht. Oder es wird für einen Holzbestand berechnet, zu welchem Zinsfuß (sog. „Weiserprozent") er in seinem Jahresertrag noch fortproduziere, wenn man den Bodenwert als etwas gegebenes in Rechnung stellt und ihn samt den übrigen Kapitalien, welche in der Produktion eines Jahresertrages thätig sind, der Größe dieses letzteren gegenüberstellt. Andere Autoren[119]) haben die Ermittlung der Waldrente, in welcher die Boden- und Holzbestandsrente nicht getrennt zum Ausdruck gelangt, zur Rentabilitätsberechnung vorgeschlagen. Der Zweck aller dieser Berechnungen ist, die vom privatwirtschaftlichen Gesichtspunkt aus vorteilhafteste Betriebsart und Umtriebszeit zu ermitteln, nach welchen ein gegebener Wald bewirtschaftet werden soll.

§ 44. Ohne in das Detail dieser verschiedenen Berechnungen näher einzugehen, mögen hier noch einige allgemeine Eigenschaften des Holzkapitals Erwähnung finden. Seiner Natur nach ist es zwar ein Produktionsmittel, jedoch nicht in dem Sinne wie die fixen Kapitalien der übrigen Wirtschaften, da sich auch die jüngeren Bestände, falls es dem Besitzer gefallen sollte, verwerten und in umlaufendes Kapital verwandeln lassen. Indessen ist zu beachten, daß diese Verwertbarkeit bei großen Waldflächen sehr bald auf eine Grenze stößt, indem der Markt allzugroße Mengen nicht konsumiren kann und bei Überführung des letzteren leicht ein Preissturz erfolgt. Wenn daher auch die Gleichstellung von Holzvorräten mit Geldkapitalien bei Rechnungen prinzipiell zulässig ist, so ist doch bei der praktischen Bethätigung solcher „Versilberungen" der Vorräte, sobald es sich um erhebliche Beträge handelt, große Vorsicht nötig, um eine Überproduktion zu vermeiden.

Hinsichtlich seiner Größe nimmt das Holzkapital proportional der Dauer der Umtriebszeit zu, sobald eine nachhaltige Wirtschaft mit jährlich gleichen Erträgen Wirtschaftsziel ist. Als Produktionskapital ist dann der sog. Normalvorrat zu betrachten, welcher, wie aus der Formel $nv = \frac{unz}{2}$ sich ergiebt, gleich dem halben Zuwachs ist, der innerhalb der Umtriebszeit auf der ganzen Waldfläche erfolgt. Für Hochwaldungen mit längeren Umtrieben erreicht daher dieses Kapital sehr beträchtliche Werte, und es müssen solche Betriebsarten daher als sehr kapitalintensive bezeichnet werden, weil der Wert des stockenden Vorrates jenen der landwirtschaftlichen Produktionskapitalien meistens erheblich übersteigt. Allerdings bilden andererseits diese aufgespeicherten Vorräte wieder eine Art von Sparkasse, auf die man in Notfällen zurückgreifen kann, zumal in Zeiten, wo der bloße Grund und Boden oder der hypothekarische Kredit stark entwertet sind, wie z. B. in Kriegsjahren. So mancher Großgrundbesitzer, ja sogar mancher Staat hat sich im Anfang dieses Jahrhunderts nur durch Heranziehung dieser Werte vor dem finanziellen Ruin durch die enormen Kriegskontributionen gerettet. Andererseits ist aus diesem Grunde auch eine gewisse Sparfähigkeit und eine vor den kleinen Krisen des Geschäftslebens gesicherte Existenz notwendig, um überhaupt eine Waldwirtschaft, die über eine sog. Heckenwirtschaft hinausgeht, treiben zu können. Der kleine Waldbesitzer wird durch Erbteilungen, Gutsübergaben, durch Hagelschlag oder sonstige Kalamitäten so häufig in Versuchung kommen, sich durch den Wald schadlos zu halten, daß er selten zur Ansammlung eines Vorrates gelangt, wie er dem 60jährigen Turnus entspricht.

---

119) Hofrath von Helferich in Schönbergs Handbuch der politischen Oekonomie, II. Aufl. XX. „Die Forstwirthschaft".

Bezüglich der Sicherheit dieser Kapitalanlage ist zu bemerken, daß zwar vielerlei Gefahren den Wald bedrohen, teils von Menschen, teils von Tieren, teils von den Elementarereignissen ausgehend, allein diese werden doch vielfach stark überschätzt. Abgesehen davon, daß doch die Schläge und Jungwüchse, welche noch geringe Materialvorräte haben, hauptsächlich vom Insekten- und Wildschaden bedroht sind, ist die Gefahr durch Feuer, obgleich sie am meisten zerstörend auftritt, doch verhältnismäßig selten. Nach der preußischen Statistik sind innerhalb 15 Jahren in sämtlichen Staatsforsten durch 405 Brände 7113 ha Wald beschädigt worden, dies macht jährlich auf 1 Mill. ha umgerechnet 191 ha, so daß also in einem geordneten Forsthaushalt mit guter Aufsicht dieser Schaden sehr unbedeutend ist.

Für die Holzproduktion ist ferner eine gewisse Arrondierung und Konsolidierung der Holzvorräthe notwendig, damit eine der hauptsächlichsten Gefahren für das Holzkapital, der Sturmwind, mit Aussicht auf Erfolg bekämpft werden kann. Nichts ist in dieser Hinsicht verderblicher als die sog. „Gemenglage" der Waldparzellen, in welcher jede planmäßige Aneinanderreihung der Gehaue, jede Sicherung durch Waldmäntel und reguläre Hiebsfolge durch den Egoismus der einzelnen Besitzer vereitelt wird. Es ist deshalb ein Erfahrungssatz, daß die Waldwirtschaft nur in geschlossener, komplexer Lage ihren höchsten Ertrag liefert, daß hingegen Parzellirung und Zerstückelung nach mehrfachen Hinsichten schädlich sind.

§ 45. Nachdem oben gezeigt worden ist, in welcher Weise wissenschaftlich der Erfolg der forstlichen Produktionskapitalien bemessen und für die Zwecke der Wertsberechnung oder der Wahl des Umtriebs verwendet wird, möge hier noch der im Haushalt der Staaten und Korporationen üblichen Berechnungsart des finanziellen Ertrages der Forsten gedacht werden. In der Regel wird dabei nämlich nur der effektiven Einnahmen und der Barauslagen Erwähnung gethan, während sowohl das Bodenkapital als das Vorratskapital gewissermaßen als „versteckter Produktionsaufwand" ganz außer der budgetmäßigen Berechnung bleibt. Demnach enthält also der Nettoertrag, wie ihn die Forstrechnungen ausweisen, immer noch die Bodenrente und die Zinsen des Holzkapitales mit inbegriffen und auch die Abrechnung der übrigen Kosten erfolgt lediglich durch die jährliche Bilanzierung der Barauslagen. Trotz dieser wissenschaftlichen Ungenauigkeit, welche aber praktisch nicht zu beseitigen ist, bieten diese budgetmäßigen Abrechnungen ein großes Interesse, indem sie die absolute Größe der kassamäßigen Einnahmen den baren Auslagen gegenüberstellen und einen Ausdruck für die Gesamtheit der auf Preisbildung und Materialertrag Einfluß übenden Faktoren liefern.

Hiedurch erhält man wirtschaftliche Resultate, die oft erheblich von jenen abweichen, welche blos im Hinblick auf die Verzinsung der Produktivkapitalien abgeleitet werden. So giebt z. B. hinsichtlich der Rentabilität der einzelnen Betriebsarten die Statistik Frankreichs folgende Roherträge an (pro 1876):

Betriebsarten:		Niederwald	Mittelwald	In Ueberführung begriffen	Laubholzhochwald	Nadelhölzer	Laub- und Nadelholz gemischt	Mittel für die Forstfläche
Höchster Bruttoertrag	Frcs. pro ha	27,26	83,59	64,15	95,20	216,28	149,32	214,23
Niedrigster „		0,29	2,38	7,92	10,43	4,18	2,82	1,89
Gesammtmittel „		7,18	34,15	34,77	41,91	65,20	37,41	39,40

Demnach würde sich der Nadelholz- und der Laubholz-Hochwald in bezug auf Bruttorente entschieden dem Nieder- und Mittelwaldbetriebe überlegen erweisen — eine Thatsache, die allerdings mit den in Deutschland in einzelnen Gegenden gemachten Erfahrungen im Widerspruch steht, aber dafür auf ausgedehnteren Gebieten Giltigkeit hat. Um den Einfluß der weiten geographischen Entfernungen zu eliminiren, kann man auch die Rentabilität der

Betriebsarten nur eines einzigen Bezirkes in's Auge fassen, so hat z. B. im Oberforstmeister-Bezirke Nancy der Bruttoertrag pro ha betragen Frcs.:

im Niederwalde 13,45, im Mittelwalde 35,97, im Laubholzhochwalde 40,34, im reinen Nadelholz 158,93, in den Mischungen von Laub- und Nadelholz 73,53.

Über die Reinerträge pro ha mehrerer deutscher Staaten gibt nachfolgende Tabelle eine auf 30 Jahre zurückreichende Übersicht (nach Danckelmann „Die deutschen Nutzholzzölle"), aus welcher die Bewegungen der budgetmäßigen Nettoerträge der Staatsforsten zu ersehen sind.

Staaten	Zeiträume, für welche der jährliche Durchschnitt berechnet ist								
	1850–55	1856–61	1862–65	1866–71	1872–75	1876–78	1879	1880	1881
	Budgetmäßiger Reinertrag pro ha Staatswald in Mark								
Preußen . .	4,82	6,37	9,13	8,49	11,11	9,39	7,73	9,24	9,61
Bayern . . .	10,19	14,47	19,23	19,63	25,22	23,52	17,56	16,34	16,31
Württemberg .	12,59	26,70	33,37	26,40	42,02	34,11	22,67	27,45	21,59
Baden . . .	13,48	25,23	29,20	31,82	36,63	34,10	22,20	24,20	19,70
Sachsen Kgr. .	18,03	23,56	29,34	33,25	51,54	37,34	32,12	40,33	41,11
Hessen . . .	10,98	16,82	19,15	24,42	27,61	24,43	22,34	15,81	11,39
Braunschweig .	11,12	10,55	12,58	13,50	21,27	15,77	13,99	12,78	11,77
Elsaß-Lothringen	—	—	—	—	24,47	25,27	21,24	22,76	17,27

In den ungarischen Staatsforsten war der budgetmäßige Reinertrag pro ha in Mark umgerechnet folgender:

	im Jahr 1881	1882	1883	1884
im eigentlichen Ungarn . .	2,14	2,08	2,23	1,96
in Kroatien und Slavonien	3,03	3,27	3,71	4,72
im Gesamtmittel	2,32	2,35	2,53	2,53

Schließlich möge zur Illustration der Wichtigkeit einer guten Staatsforstrente auf die Budgets der europäischen Staaten ein Blick geworfen werden, wobei allerdings die übrigen Staatsdomänen mitgerechnet sind. Im Budget pro 1882 betragen die Einnahmen aus Domänen und Forsten

im deutschen Reiche	218 319 313	M.	in Frankreich	44 398 600	M.
in Oesterreich-Ungarn	35 873 125	„	„ Spanien	8 080 000	„
„ Italien	19 810 227	„	„ England	12 277 525	„
„ Rußland	94 441 080	„			

Nachtrag zu Seite 11.

Bei dem hohen Interesse, welches der Frage einerseits der Waldrodung und andererseits der Neuanlegung von Wäldern entgegengebracht wird, dürfte es gerechtfertigt sein, umstehend die an vorgenannter Stelle gegebene Tabelle betreffs der Entwickelung in Bayern bis zum Jahr 1885 fortzuführen:

Fortsetzung der Statistik über Waldausstockungen und Neuanlagen von Waldungen in Bayern.

in den Regierungs-Bezirken	In Bayern wurden 1. Gerodet				2. Neue Waldanlagen gemacht			
	von Privaten		von Gemeinden u. Genossenschaften		von Privaten		von Gemeinden und Genossenschaften	
	in den Jahren		in den Jahren		in den Jahren		in den Jahren	
	1874—79	1880—85	1874—79	1880—85	1874—79	1880—85	1874—79	1880—85
	Hektar				Hektar			
Schwaben	578,5	310,9	69,8	12,9	283,2	408,8	469,5	86,4
Oberbayern	2075,4	1159,3	116,9	61,9	318,2	285,5	192,4	133,3
Niederbayern	2058,3	2213,7	2,7	21,6	27,6	133,4	13,8	2,1
Oberpfalz	333,0	241,8	45,8	18,4	473,4	389,7	37,1	26,4
Oberfranken	164,0	474,1	23,3	20,2	655,3	615,2	201,1	76,5
Mittelfranken	173,3	163,4	36,8	51,9	1005,8	1106,5	67,9	59,8
Unterfranken	47,7	49,7	112,1	139,4	112,6	65,9	143,0	37,2
Pfalz	355,7	149,7	73,1	20,9	341,2	309,2	8,3	293,7
Summa	5785,9	4762,6	480,5	347,2	3217,3	3314,2	1133,1	715,4
Durchschnitt pro Jahr	964,3	793,8	80,1	57,9	536,2	552,4	188,9	119,2

II.

Forstlicher Unterricht und forstliches Versuchswesen.

Von

Tuisko Lorey.

Unterricht.

Litteratur: Bernhardt: Geschichte des Waldeigentums, der Waldwirtschaft und Forstwissenschaft in Deutschland I, § 49 u. 50, II, § 23 u. 46, III, § 26. — Roth: Geschichte des Forst- und Jagdwesens in Deutschland, Kap. 6 u. 7, insbes. § 289. — Schwappach: Grundriß der Forst- und Jagdgeschichte Deutschlands. — Heß: Enzyklopädie und Methodologie der Forstwissenschaft, I. — Schwappach: Handbuch der Forst- und Jagdgeschichte Deutschlands.

A. Einleitung.

§ 1. Der forstliche Unterricht bezweckt die Ausbildung für den forstlichen Beruf. Alle bezüglichen Einrichtungen suchen dieselbe in der erforderlichen Ausdehnung und Gründlichkeit und zwar ohne zu großen Aufwand an Zeit und Kosten zu gewähren. Dabei ist die theoretische und praktische Ausbildung zu unterscheiden.

Nun ist aber die Forstwissenschaft noch verhältnismäßig jung. Sind auch die Zeiten der ersten Aufrichtung ihrer Lehrgebäude, der ersten Umformung der einzelnen Disziplinen aus einer wirren Masse von Erfahrungssätzen in systematisch geordnete Ganze längst vorüber und inzwischen während einer Reihe von Dezennien zahlreiche Ergebnisse spekulativer Forschung ergänzend hinzugetreten, so befindet sie sich doch noch nicht vollständig in den Bahnen allseits ungestörter, ruhiger Fortbildung. Eine solche kann erst dann erfolgen, wenn gewisse Grundlagen unzweifelhaft gesichert sind; erst dann tritt die notwendige Stetigkeit des Ausbaues im Einzelnen ein. Daß jene Sicherheit bis jetzt in mehrfacher Beziehung noch fehlt, hat seine Ursache vorzugsweise in der Abhängigkeit der Forstwissenschaft (als einer angewandten Wissenschaft) von der Wirtschaft im Walde einerseits und von der Entwickelung andererseits der Grund- und Hilfswissenschaften, deren Unterstützung sie auf allen ihren Gebieten bedarf. Zum Teil ist diese Unfreiheit eine sehr weit gehende, soweit, daß man fast fragen möchte, ob es überhaupt angezeigt ist, von einer besonderen Forstwissenschaft[1]) zu reden. Weitgehende Veränderungen in den Bedingungen des Wirtschaftsbetriebs (Arbeiterverhältnisse, Absatzgelegenheit, Konkurrenz fremder Länder, Surrogate

1) Die Gebiete, auf denen der Forstmann selbständig und unabhängig arbeitet, sind m. E. groß genug und insbes. die Arbeit auf denselben nach Methode und Ergebnissen wichtig und dabei eigenartig genug, um den Anspruch auf die Bezeichnung „Forstwissenschaft" (nicht etwa blos „Forstwirtschaftslehre") zu begründen. In erster Linie sind alle Entwickelungen, welche mit der „Umtriebszeit" zusammenhängen, spezifisch forstlicher Natur; dem Begriff: Umtriebszeit kommt eine so weit umfassende, Alles bedingende und durchdringende Bedeutung, wie in Theorie und Praxis der Forstwirtschaft, sonst nirgends zu.

der Waldprodukte u. s. w.) werden ebensosehr von Einfluß, wie daneben die Forschungsresultate z. B. auf dem Gebiete der Naturwissenschaften (Chemie, Botanik 2c.) unter Umständen völlig neue Wege zeigen, auf welchen die Begründung der forstlichen Lehren gesucht werden muß.

So kommt es also, daß sich die Forstwissenschaft noch in einem Zustande lebhaftester Gährung befindet, gekennzeichnet durch andauernd starke Wallung und noch weit entfernt von einer ruhigen, durch das Auffsteigen und Explodieren gefährlicher Blasen nicht mehr bedrohten Abklärung. Nicht als ob vollständige Ruhe je eintreten könnte oder auch nur wünschenswert wäre; denn ohne Bewegung kein Fortschritt. Aber es sollte doch mehr und mehr eine stetige Weiterbildung platzgreifen, die sich nicht, wie heute noch so vielfach, vornemlich in Extremen bewegt, deren hartnäckige Verfolgung gewiß nicht immer förderlich ist.

Hand in Hand mit der Entwickelung der Forstwissenschaft ging und geht die Gestaltung des forstlichen Unterrichtes. Und wenn auch für dessen Inhalt und Form neben den Motiven, welche in dem jeweiligen Zustande der Forstwissenschaft gefunden werden, noch mancherlei andere Momente bedingend sind, so darf doch für die Thatsache, daß in Bezug auf den forstlichen Unterricht kaum in irgend einer Richtung vollkommene Einheitlichkeit der Auffassung besteht, und die andere Thatsache, daß ebensowenig in der Wissenschaft Uebereinstimmung auch nur hinsichtlich ihrer Hauptlehren überall gefunden wird, ein gewisser Parallelismus behauptet werden. Sehr viele Verschiedenheiten in der Einrichtung der einzelnen forstlichen Lehrstätten lassen sich zum Teil auf verschiedene wissenschaftliche Standpunkte zurückführen, während andere freilich in mehr äußerlichen Umständen, wie Verschiedenheit der dienstlichen Anforderungen u. dergl., begründet sind.

Die Meinungen differiren in Bezug auf den Ort, an welchem der forstliche Unterricht erteilt werden soll, auf die Vorbedingungen für ersprießliche Beteiligung an demselben, auf Dauer und Methode, Anforderungen in den Grund- und Hilfswissenschaften, Zahl der Dozenten, — kurz es giebt kaum eine einschlägige Frage, deren Beantwortung überall im gleichen Sinne stattfände.

Alle bezüglichen Erörterungen mögen sich indes anlehnen an die Schilderung des Zustandes, in welchem sich derzeit der forstliche Unterricht befindet.

B. Jetziger Stand[2]).

Vorbemerkung: Nur die Ausbildung für den Verwaltungsdienst soll hier eingehender besprochen werden.

Geist und Umfang des forstlichen Unterrichtes erhellt am besten aus den in den einzelnen Ländern geltenden Bestimmungen über die Prüfungen, durch welche die Qualifikation für den Forstdienst nachgewiesen werden muß. Die bestehenden forstlichen Lehrstätten haben sich in der Regel nur mit der theoretischen Ausbildung zu befassen, wobei Demonstrationen, Uebungen u. s. w. fortwährend zur Erläuterung der Vorträge dienen, während für die umfassende Unterweisung in der Praxis meist besondere Vorkehr getroffen ist. Daneben fällt vornehmlich den Dozenten der forstlichen Lehrstätten die Aufgabe zu, durch spezielle Forschung die forstliche Wissenschaft weiterzubilden.

1. Theoretische Ausbildung. Die forstlichen Lehrstätten.

§ 2. Der forstliche Unterricht wird erteilt entweder an isolirten Akademien (theils

2) Maßgebend für die nachstehende Darstellung ist der Zustand am 1. Januar 1886. Als Quelle dienten die einschlägigen amtlichen Publikationen (Verordnungen, Programme, Statuten 2c.) und, wo solche nicht vorlagen, bezw. nicht erhältlich waren, private Mitteilungen von beteiligten Personen (Direktoren, Dozenten, Forstbeamten 2c.).

ausschließlich für das Forstfach, theils zugleich für die Landwirtschaft eingerichtet) oder an technischen Hochschulen oder endlich an Universitäten.

I. Statistik.

A. Deutschland.

1) Preußen.

Die neuesten Bestimmungen über die Ausbildung für den Forstdienst datieren vom 1. Aug. 1883 [3]); entgegenstehende frühere Bestimmungen, insbesondere diejenige vom 30. Juni 1874, sind aufgehoben.

Der forstliche Unterricht ressortirt vom Ministerium für Landwirtschaft, Domänen und Forsten (3. Abthlg.: für Forsten).

Für die Monarchie bestehen zwei Akademien: zu Eberswalde (seit 1830) und zu Hannövr. Münden (seit 1868). Sämmtliche Disziplinen kommen alljährlich zur Behandlung. — Bedingungen sind: Zeugnis der Reife eines deutschen Gymnasiums oder eines preuß. Realgymnasiums (dabei unbedingt genügende Zensur in der Mathematik), Felddiensttauglichkeit, 1jährige Vorlehre. — Die Studiendauer beträgt (excl. Militärjahr) 3 Jahre, von welchen zwei auf einer Forstakademie oder auf einer Universität, an welcher forstlicher Unterricht in denselben Fächern, wie an einer preuß. Akademie erteilt wird [4]), das dritte an einer Universität behufs staats- und rechtswissenschaftlicher Studien zu verbringen ist. — Abschluß der theoretischen Ausbildung durch das erste Examen [5]) (spätestens sechs Jahre nach Beginn der Vorbereitungszeit), welches bisher von einer gemischten Kommission einmal jährlich in Berlin, im Frühjahr 1886 aber sowohl in Münden als in Eberswalde abgehalten wurde. Dasselbe umfaßt, nachdem die Feldmesserprüfung von den preuß. Staatsforstdienst-Aspiranten nicht mehr gefordert wird, neben den übrigen Grund- und Hilfswissenschaften, sowie den sämmtlichen Fachdisziplinen auch Feldmessen und Nivelliren (Aufnahme von 100 ha mit Theodolit und Boussole, Nivellement über 2 Kilometer, Kartenzeichnen). Die Anforderungen in der Mathematik gehen nicht über die niedere Mathematik (incl. Linear- und Polar-Koordinaten) hinaus.

a. Forstakademie zu Eberswalde insbesondere:

Im Ganzen sind 11 ordentliche Lehrer thätig, nämlich neben dem Direktor 10 Professoren, bezw. Dozenten, davon 5 (von welchen 3 zugleich Verwalter von Oberförstereien sind, 1 der technischen Abteilung für forstliches Versuchswesen vorsteht) für Forstwissenschaft, 1 für Chemie, Mineralogie und Geognosie, 1 speciell für Standortslehre, 1 für Botanik, 1 für Zoologie, 1 für Physik und Mathematik, 1 für Rechtswissenschaft. Dieselben werden durch die nötigen Assistenten unterstützt.

Als Lehr- und Exkursionsreviere stehen 4 Oberförstereien des Regierungsbezirks Potsdam (Biesenthal, Chorin, Eberswalde, Freienwalde) unter der technischen Leitung des Akademie-Direktors. — Zahl der Schüler im Sommer 1885 140, im Winter 1885/86 148, worunter 46, bezw. 47 nicht auf die preuß. Forstverwaltungs-Laufbahn Reflektierende.

b. Forstakademie zu Münden insbesondere:

Direktor und 10 Professoren, bezw. Dozenten: 4 für Forstwissenschaft (davon 3 zugleich Verwalter von Oberförstereien), 1 für Mathematik und Physik, 1 für Chemie, Mineralogie und Geognosie, 1 für Standortslehre, 1 für Botanik, 1 für Zoologie, sodann (von der Universität Göttingen herüberkommend), 1 für Volkswirtschaftslehre und Finanzwissenschaft, sowie 1 für Rechtswissenschaft. Assistenten wie ad a. — Lehrreviere (unter Leitung des Direktors): die Oberförstereien Cattenbühl (Provinz Hannover) und Gahrenberg (Reg.-Bez. Cassel). — Zahl der Schüler im Sommer 1885 57, im Winter 1885/86 41, worunter je 9, bezw. 6 Nichtpreußen.

2) Bayern.

Die neuesten Bestimmungen sind enthalten im Finanz-Ministerialblatt Nr. 26 vom 17. Nov. 1881 und zwar: Kgl. Verordnung den forstlichen Unterricht betr. vom 21. VIII. 81; Bekannt-

---

3) J. d. preuß. F. u. J., XV. Bd., Heft 4, S. 337 ff.

4) Wer für diese beiden Jahre nicht Eberswalde oder Münden wählt, soll zuvor beim Ressortminister anfragen, ob die anderwärts zu verbringende Studienzeit angerechnet wird.

5) Wo in unserer Darstellung bei den Prüfungen nichts besonderes bemerkt ist, sind dieselben schriftlich und mündlich und nicht öffentlich.

machung die Prüfungen an der Universität betr., das praktische Staatsexamen betr., die Praxis betr. vom 10. XI. 81.

Die Aspiranten für den Staatsdienst finden ihre Ausbildung an der Forstlehranstalt zu Aschaffenburg und an der Universität zu München und zwar ist (seit 1878) bestimmt, daß zunächst in zwei Jahren (vier Semestern) der Unterricht in Aschaffenburg besucht und der Erfolg desselben durch eine Prüfung nachgewiesen wird; sodann soll zweijähriges Universitätsstudium folgen, welches mit einem in München zu erstehenden Examen abschließt. Von dieser letzten Zeit ist mindestens ein Jahr zu München (Beteiligung an den Uebungen im forstlichen Versuchswesen) zu verbringen. — Bedingungen: Maturitätszeugnis vom Gymnasium oder einer Realschule I. Ordnung, sowie geeignete körperliche Beschaffenheit.

a. Forstlehranstalt zu Aschaffenburg insbesondere:

Dieselbe ist dem K. Ministerium des Innern für Kirchen- und Schulangelegenheiten und demjenigen der Finanzen unmittelbar unterstellt.

Aufgabe ist, soweit der k. b. Staatsforstverwaltungsdienst in Betracht kommt, die zum Studium der Forstwissenschaft an einer Universität erforderliche Vorbereitung in den Grund- und Fachwissenschaften. Demgemäß umfaßt der Lehrplan: Elementare Mathematik, von der höheren Mathematik die analytische Geometrie der Ebene und die Elemente der Differential- und Integralrechnung, Physik, anorganische und organische Chemie, Mineralogie, Botanik, Zoologie, Vermessung und Planzeichnen, sowie von forstlichen Disziplinen die erste Einführung in den Waldbau, dann in extenso den Forstschutz, die Jagdkunde und den Wegbau. — Lehrer im Ganzen 8, nämlich neben dem Direktor ein zweiter Dozent für Forstwissenschaft (zugleich Verwalter des Lehrforstreviers Kleinostheim), 1 für Physik und Vermessungskunde, 1 für Botanik, 1 für Zoologie, 1 für Chemie und Mineralogie, 1 für Mathematik, 1 für Planzeichnen. Für Chemie ist ein Assistent angestellt. — Zahl der Schüler: Sommer 1885 100, im Winter 1885/86 92, worunter 20, bezw. 18 Nichtbayern.

b) Universität zu München insbesondere:

Ressort des Kgl. Staatsministeriums des Innern für Kirchen- und Schulangelegenheiten[6]).

In München wird der fachliche Unterricht ertheilt, soweit er nicht in Aschaffenburg erledigt ist[7]), ferner das Studium der staats- und rechtswissenschaftlichen Disziplinen betrieben. Sämmtliche Fächer kommen alljährlich zum Vortrag. Die Forstwissenschaft ist naturgemäß dem Gebiete der staatswirtschaftlichen Fakultät zugetheilt; speziell für das Bedürfnis der Forstleute sind 6 ordentliche Professuren (4 eigentlich forstliche, 1 für Forstbotanik, 1 für forstliche Bodenkunde, Klimatologie 2c.) geschaffen, deren Inhaber jener Fakultät angehören. Infolge trefflicher Bahnverbindungen ist das Exkursionsgebiet ein ebenso ausgedehntes wie instruktives[8]). Die Schlußprüfung (öffentlich und nur mündlich) findet einmal jährlich statt und begreift alle Fächer, welche in Aschaffenburg noch nicht absolvirt sind. Die Prüfungskommission besteht unter dem Vorsitz eines höheren Staatsforstbeamten aus Lehrern der Universität (und event. der technischen Hochschule für einzelne Hilfsfächer). — Zahl der studierenden Forstwirte im Sommer 1885 92 Winter 1885—86 94, worunter 36, bezw. 41 Nichtbaiern.

3) Königreich Sachsen.

Verordnung, die Anstellungsprüfungen für den höheren Staatsforstdienst betreffend, vom 1. Dezbr. 1852 (cfr. Gesetz- und Verordnungsblatt für d. Kgr. Sachsen Nr. 25 von 1852). — Regulativ für die Prüfungskommission vom 1. XII. 52 (modifiziert durch Verordnung vom 27. III. 56, sowie 7. I. 78). — Allgem. Plan der Kgl. Sächs. Forstakademie zu Tharand vom 30. IV. 79.

Der Unterricht ressortiert vom Finanzministerium und wird ertheilt an der Forstakademie zu Tharand; er umfaßt 2½ Jahre. — Bedingungen: Maturität vom Gymnasium oder einer sächsischen Realschule I. Ordnung, ½jährige Vorlehre. — Prüfungen, in welchen die theoretische Ausbildung darzuthun ist: a) Schlußprüfung am Ende des ersten einjährigen Kurses, hauptsächlich die Grundwissenschaften umfassend; b) Abgangsprüfung am Ende des zweiten 1½jährigen Kurses, insbesondere für die forstlichen Disziplinen. Beide Prüfungen werden in Tharand von den dortigen Dozenten abgehalten. (In der

6) Die mit der Universität verbundene forstliche Versuchsanstalt steht unter dem Ministerium der Finanzen.

7) Verschiedene der für Aschaffenburg programmmäßig vorgesehenen Disziplinen (z. B. Waldwegbau, Vermessung) kommen auch in München zur Behandlung, doch hauptsächlich im Interesse der dort studierenden nichtbayrischen Forstwirte.

8) Vergl. u. a. Gayer: Aus dem Exkursionsgebiete von München, forstwissenschaftliches Zentralblatt von 1880 S. 73 ff. und von 1881 S. 1 ff.

Mathematik ist nur die niedere Mathematik obligatorisch, Differential- und Integralrechnung fakultativ.)

Lehrer: Der Direktor und 9 Professoren bezw. Dozenten; davon für Forstwissenschaft 3, von welchen 1 zugleich Verwalter eines Forstreviers, 1 für Mineralogie, Geognosie, Meteorologie, 1 für Botanik, 1 für Nationalökonomie &c., 1 für Zoologie, 1 für Chemie, 1 für Mathematik und Physik, 1 für Rechtskunde. Daneben die erforderlichen Assistenten. — Lehrforst: Forstrevier Tharand (unter Verwaltung des einen forstlichen Professors und unter Inspektion des Direktors). — Zahl der Schüler: Sommer 1885 101, Winter 1885/86 135, worunter 86, bezw. 49 Aspiranten für den sächs. Staatsforstdienst.

4. **Württemberg:**

Verordnung vom 20. Oktober 1882 (Reg.Bl. von 1882 S. 312 ff.) und vom 7. Jan. 1885 (Reg.Bl. von 1885 S. 12 ff.).

Der forstliche Unterricht wird an der zum Ressort des Ministeriums für Kirchen- und Schulwesen gehörenden Universität zu **Tübingen** erteilt. Die Fachvorlesungen (mit Ausnahme von Waldwegbau und Jagdkunde) kommen alljährlich zur Behandlung, ebenso die Hilfs- und Grundwissenschaften, welche an der Universität vollständig vertreten sind. Die Forstwissenschaft bildet einen Teil des Gebietes der staatswissenschaftlichen Fakultät. — Bedingung: das Reifezeugnis eines humanistischen Gymnasiums oder eines württembergischen Realgymnasiums. Eine bestimmte Studienzeit ist für die Aspiranten des Staatsforstdienstes ebensowenig vorgeschrieben wie ein bestimmter Studienort; der Durchschnitt der letzten Promotionen ergiebt eine Dauer des Studiums von 7—8 Semestern. Die Prüfungen zerfallen in a) Vorprüfung (jährlich 2mal, in Tübingen, durch Professoren in Anwesenheit eines Regierungskommissärs), umfaßt Mathematik (niedere Mathematik und analytische Geometrie der Ebene), Vermessung und Nivellieren nebst Planzeichnen, Physik, Chemie, Botanik, Zoologie, Geologie; b) Erste forstliche Dienstprüfung (jährlich 2mal in Tübingen, Kommission analog wie ad a), umfaßt die forstlichen Disziplinen, sowie Nationalökonomie und Rechtswissenschaft.

Für Forstwissenschaft sind 2 ordentliche und 1 außerordentliche Professur errichtet. — Ein besonderes Lehrrevier besteht nicht, doch ist die Umgebung sehr waldreich und bietet überdies durch ihre in jeder Hinsicht große Mannigfaltigkeit sehr gute Gelegenheit zu Exkursionen und Demonstrationen [9]). — Zahl der Schüler: Sommer 1885 55, Winter 1885/86 59 (7 bezw. 3 Nichtwürttemberger).

5. **Baden:**

Verordnung vom 14. März 1879 (Gesetz- und Verordnungsblatt Nr. XII. vom 17. III. 79).

Forstlicher Unterricht an der technischen Hochschule (Polytechnikum) zu **Karlsruhe** und mit dieser dem Ministerium des Innern unmittelbar unterstellt. Zwei ordentliche Professuren für Forstwissenschaft, deren Inhaber jährlich in der Vorstandschaft der „Forstschule" (integrirender Teil der technischen Hochschule) abwechseln. Alle Disziplinen kommen alljährlich zum Vortrag. Studiendauer 3 Jahre, welche an einer technischen Hochschule, Universität oder Akademie verbracht werden können. Bedingungen: Maturität eines Gymnasiums oder einer Realschule I. Ordnung. Die Ausbildung zerfällt in die spezielle theoretische Vorbildung (Grundwissenschaften) und die theoretische Berufsbildung. Erstere ist durch die jährlich einmal im Polytechnikum stattfindende Vorprüfung (Kommission aus Fachgelehrten gebildet) abzuschließen. Die Berufsbildung wird durch die Hauptprüfung (jährlich einmal vor einer aus Mitgliedern der Domänendirektion, anderen Staatsdienern und Gelehrten bestehenden Kommission) nachgewiesen.

Zu den Prüfungsgegenständen zählt auch Landwirtschaft, Elementarmechanik, analytische Geometrie, Differential- und Integralrechnung. — Kein besonderes Lehrrevier. Exkursionsgebiet in erster Linie die benachbarten ausgedehnten Waldungen der Rheinebene und des Schwarzwaldes. — Zahl der Schüler: Sommer 1885 16, Winter 1885/86 26, worunter 2, bezw. 8 Nichtbadenser.

---

9) Vergl. u. a. Lorey: Das Exkursionsgebiet der Universität Tübingen, allg. F.- u. J.Z. von 1882, S. 276 ff.

6. Hessen[10]):

Verordnung vom 31. Juli 1879 (Reg.Bl. Nr. 34 vom 12. VIII. 1879). — Abänderungen durch Verordnung vom 22. XII. 1883 (Regierungsblatt Nr. 3 vom 14. I. 1884).

Ort des Unterrichts: Universität zu Gießen; oberste Behörde: Ministerium des Innern und der Justiz. Eine ordentliche und eine außerordentliche Professur für Forstwissenschaft sind etatsmäßige Stellen im Bereich der philosophischen Fakultät. Der Ordinarius ist Direktor des Forstinstituts (bestehend aus den Sammlungen und dem akademischen Forstgarten). Die forstlichen Disziplinen werden je alle 2 Jahre vorgetragen. — Bedingung: Maturität eines Gymnasiums oder Realgymnasiums (bezw. einer Realschule I. Ordnung). Dauer der Studien (an einer Universität, technischen Hochschule oder Akademie) mindestens 3 Jahre. Prüfungen: a) Vorprüfung (2mal jährlich in Gießen durch die betreffenden Professoren), umfaßt: Mathematik (incl. analytischer Geometrie der Ebene, sowie Differential- und Integralrechnung), Feldmessen, Physik, Chemie, Botanik, Geognosie; b) Fachprüfung (2mal jährlich durch die betr. Professoren), begreift die forstlichen Disziplinen, sowie Nationalökonomie, Rechtskunde und Landwirtschaft (insbesondere Wiesenbau und landwirtschaftliche Technologie).

Kein besonderes Lehrrevier. Waldumgebung und Bahnverbindung für Exkursionszwecke sehr geeignet. — Zahl der Studierenden: Sommer 1885 44, Winter 1885/86 47, worunter je 7 Nichthessen.

7. Sachsen-Weimar:

(Verordnung vom 6. Febr. 1854.)

Forstlehranstalt zu Eisenach. An derselben sind thätig 2 Dozenten für Forstwissenschaft (ein Direktor als Hauptvertreter des Faches und ein Lehrer der mathematischen, bezw. forstmathematischen Fächer), 2 für Naturwissenschaften, 1 Assistent als Dozent der Volkswirtschaftslehre. — Bedingungen: Reife für die Prima eines Gymnasiums oder Realgymnasiums, 1jährige Vorlehre. — Der volle Lehrkursus dauert 2 Jahre[11]). Alljährlich am Schlusse des Wintersemesters wird ein Tentamen abgehalten, welches den gesamten Unterrichtsstoff umfaßt. Besondere Betonung mathematischer Studien, jedoch ohne Einbeziehung der höheren Mathematik.

Lehrforste: Die sämmtlichen 6 Forstreviere der Forstinspektion Eisenach (Mitwirkung des Direktors bei der Inspektion). — Zahl der Studierenden: Sommer 1885 68, Winter 1885/86 71, worunter 12 bezw. 13 aus den thüringischen Staaten.

Zusatz zu 1—7:

Von allen deutschen forstlichen Lehrstätten aus werden, neben den regelmäßigen Demonstrationen, Uebungen und Exkursionen, auch größere Studienreisen unternommen, zum Theil von beträchtlicher Ausdehnung.

§ 3. 8. Die übrigen deutschen Staaten besitzen keinen eigenen forstlichen Unterricht für den Verwaltungsdienst. Die in Betreff der theoretischen Ausbildung für letzteren bestehenden Bestimmungen sind im Wesentlichen folgende[12]):

a) Mecklenburg-Schwerin:

(Verordnung vom 10. Januar 1883, cfr. Regierungsblatt vom 24. I. 83):

Der Forstverwaltungsdienst zerfällt in den Dienst der Revierförster und denjenigen der Inspektionsbeamten.

A. Revierförsters-Laufbahn. Bedingungen sind: Reife für die Prima eines Gymnasiums oder der Realschule I. Ordnung, 1jährige Vorlehre, voller Kurs irgend einer Akademie oder an einer mit forstlichen Lehrstühlen ausgestatteten Universität, theoretische Prüfung. Vor letzterer hat der Aspirant den Dienst als Einjährigfreiwilliger beim mecklenburgischen Jägerbataillon zu thun.

---

10) Heß: Der forstwissensch. Unterricht an der Universität Gießen in Vergangenheit und Gegenwart, 1881.

11) Die Aspiranten für den weimar. Staatsforstdienst können auch eine andere forstliche Lehrstätte besuchen.

12) Wo nichts Anderes bemerkt ist, beschränken sich die Anforderungen in der Mathematik auf die niederen Disziplinen.

Die theoretische Prüfung wird 2mal jährlich unter Vorsitz eines Kammermitgliedes von einer, außerdem aus zwei Forstinspektionsbeamten und zwei Fachgelehrten (für Mathematik, Naturwissenschaften 2c.) bestehenden Kommission abgehalten.

B. Inspektionsbeamten-Laufbahn. Zu den ad A angeführten Bedingungen tritt hinzu: Volle Maturität, mindestens 2semestriges rechts- und staatswissenschaftliches Studium an einer Universität, Qualifikation zum Reserve-Offizier.

b) Mecklenburg-Strelitz:

Für den Forstverwaltungsdienst wird gefordert:

Maturität vom Gymnasium oder von der Realschule I. Ordnung, 1jährige Vorlehre, Besuch einer preußischen Forstakademie und Prüfung bei derselben (nach dem für Ausländer, bezw. Nichtpreußen daselbst eingeführten Modus). Fertigkeit im Feldmessen und Nivelliren ist durch Attest eines Geometers nachzuweisen.

c) Oldenburg:

(Gesetz vom 18. April 1864 [13]), cfr. Gesetzblatt, XVIII. Bd., 66stes Stück, ausgegeb. am 30. IV. 64.)

Bedingungen für den Forstverwaltungsdienst:

Reifezeugnis für die Prima des Gymnasiums (event. Abgangszeugnis der höheren Bürgerschule zu Oldenburg), 1jährige Vorlehre, 2jähriges Studium an einer höheren Forstlehranstalt oder Universität, Prüfung durch eine Kommission beim Ministerium in Oldenburg.

d) Braunschweig:

Bis 1877 wurde am Collegium Carolinum zu Braunschweig forstlicher Unterricht erteilt. (Verordnung vom 6. Novbr. 1874) [14]) — Bedingungen: Maturität von dem Gymnasium oder der Realschule I. Ordnung (mit unbedingt genügender Zensur in der Mathematik), 1jährige Vorlehre, mindestens 2jähriges Studium an einer Akademie, am Polytechnikum oder einer Universität, worauf (jährlich 1mal in Braunschweig) die Anstellungs-Prüfung folgt.

e) Meiningen:

(Verordnung vom 8. April 1871, cfr. Sammlung landesherrlicher Verordnungen S. 77 von 1871) — Bedingungen: Befähigung für den Eintritt in die oberste Klasse eines Gymnasiums oder Realgymnasiums, 1jährige Försterlehre (Vorlehre), Besuch einer Forstlehranstalt, deren Wahl freigestellt ist, bezw. Absolvirung des vollständigen Lehrkursus derselben, Erstehung der ersten Prüfung in Meiningen (event. Ersatz derselben durch die Abgangsprüfung der Forstlehranstalt zu Eisenach).

f) Altenburg:

(Verordnung vom 12. Novbr. 1864) — Bedingungen: Reife für die Prima des Gymnasiums, 1jährige Försterlehre, mindestens 2jähriger Kurs an einer Forstlehranstalt (nach freier Wahl des Aspiranten). Wer in Tharand mit Erfolg examiniert ist, bedarf keines weiteren Nachweises; sonst ist beim Finanzkollegium eine (dem Tharander Examen analoge) Prüfung zu bestehen. — NB. Für höhere Stellen wird vollständige Gymnasialmaturität und mindestens 1jähriges Universitätsstudium gefordert.

g) Koburg-Gotha:

(Gesetz vom 24. April 1860) — Bedingungen: Reife für Prima (befriedigende Note in Mathematik, Geschick im Zeichnen), 1jährige Vorlehre, Besuch einer Forstlehranstalt — (Eisenach oder eine Forstakademie, event. Universität), Abgangszeugnis von der betr. Lehranstalt, bezw. Abgangsprüfung daselbst. (Bezüglich Eisenachs bestehen zwischen Weimar und Koburg-Gotha bestimmte Vereinbarungen.)

h) Anhalt:

(Verordnung vom 20. Oktober 1877, cfr. Gesetz-Sammlung Nr. 468 von 1877; Nachtrag vom 26. Mai 1884.)

Bedingungen sind: Volle Maturität, 1jährige Vorlehre, mindestens 2jähriges Fachstudium (freie Wahl der Anstalt), sowie mindestens 1½jähriger Universitätsbesuch für rechts- und staatswissenschaftliche Studien, falls auf höhere Stellen reflektiert wird; theoretische Prüfung (forstwissenschaftliches Tentamen) vor einer herzogl. Examinationskommission oder event. an einer forstlichen Lehranstalt.

i) Schwarzburg-Sondershausen:

(Regulativ vom 24. März 1876) Reife für Prima eines Gymnasiums oder Realgymnasiums, 1jährige Vorlehre, mindestens 2jähriges Studium an einer Akademie oder Universität, Examen zu Eisenach.

k) Schwarzburg-Rudolstadt:

(Regulativ vom 16. März 1871) Maturität einer Realschule 2. Ordnung oder für die Prima eines Gymnasiums, sonst wie ad i).

13) Der Erlaß neuer Bestimmungen soll in Aussicht genommen sein.
14) Modifikationen der bestehenden Bestimmungen sollen zu erwarten sein.

l) Waldeck:

(Verordnung vom 12. Dezbr. 1882 als Ergänzung der Verordnungen vom 12. Febr. 1856 und 12. Juni 1876.) Maturität des Gymnasiums oder Realgymnasiums, 1jährige Vorlehre, mindestens 2jähriger Besuch einer höheren Forstlehranstalt, Bestehen des Tentamens.

m) Reuß ältere Linie

besitzt zur zeit keine besonderen Vorschriften.

n) Reuß jüngere Linie:

(Verordnungen vom 3. Mai 1875 und 6. Dezbr. 1882.)
Bedingungen: Maturität des Gymnasiums oder Realgymnasiums (bezw. Realschule I. Ordnung), mindestens 6monatliche Vorlehre, forstwissenschaftliches Studium auf irgend einer deutschen Forstlehranstalt mit mindestens 5semestrigem Kurs, bei welcher dann das daselbst bestehende akademische Gesammtexamen zu absolviren ist.

o) Schaumburg-Lippe:

Bedingungen: Maturität, Vorlehre, Besuch einer Forstakademie, forstliche Prüfung.

p) Fürstenthum Lippe:

(Verordnung vom 18. Januar 1886.) — Bedingungen: Maturität vom humanist. Gymn. oder Realgymn. (mit unbedingt genügender Zensur in der Mathematik), 1½jährige Vorlehre, Militärdienst (Qualifikation zum Reserve-Offizier gefordert!), 2jähriger Besuch einer Forstakademie (nach Wahl der Forstdirektion), Prüfung bei der Akademie (Anforderungen im Allgemeinen wie in Preußen).

q) Elsaß-Lothringen:

(In Ausführung des Gesetzes vom 30. Dezbr. 1870 Erlaß des Reichskanzlers vom 24. März 1874, Vorschriften für die Prüfungen vom 5. Oktbr. 1875, Verordnung vom 12. Novbr. 1883.) Bedingungen: Maturität (Gymn. oder Realgym., bezw. Realschule I. Ordnung) mit unbedingt genügender Zensur für Mathematik, mindestens 7monatliche Vorlehre, 2½jähriger Besuch einer Forstakademie oder Universität, Vorprüfung — (einmal jährlich zu Straßburg vor einer gemischten Kommission unter Vorsitz des Landforstmeisters). — Ueberdies ist bestimmt, daß Deutsche, welche eine der Vorprüfung gleich zu achtende Prüfung bestanden haben, zur praktischen Ausbildung und demnächst zum Staatsexamen zugelassen werden. Außerdem können Deutsche, welche (vor Ablauf des 31. Lebensjahres und nach mindestens 2jährigem akadem. Studium) allen Bedingungen für den höheren Forstdienst ihres Landes genügt haben, eingereiht werden nach mindestens 1jähriger vollständig befriedigender Beschäftigung in der Forstverwaltung von Elsaß-Lothringen.

Zusatz ad 1—8:

Wo über die körperliche Qualifikation nichts besonderes bemerkt ist, wird vorausgesetzt, daß dieselbe eine den Anforderungen des Forstdienstes entsprechende sei, ohne daß gerade überall die volle Militärdienst-Tauglichkeit verlangt würde.

B. Außerdeutsche Staaten.

α. In Europa.

1. Oesterreichische Monarchie[15]).

a. Oesterreich.

§ 4. 1) K. k. Hochschule für Bodenkultur zu Wien.

1872 gegründet, zunächst nur die Landwirtschaft, seit 1875/76 auch den forstlichen Unterricht[16]) umfassend, seit 1878 dem Unterrichts-Ministerium (früher dem Ackerbau-Ministerium) unterstellt. (Verordnung über die theoretischen Staatsprüfungen an der Hochschule für Bodenkultur de dato 8. Dezbr. 1881.) — Bedingungen für die ordentlichen Hörer: Maturität von Gymn. oder Realschule I. Ordnung, 3jähriges Studium (Beteiligung an allen einschlägigen Vorlesungen und Uebungen, gutes Fortgangszeugnis in der darstellenden Geometrie; übrigens freie Wahl des Studienortes: „Hochschule f. B. oder eine ihr gleichgestellte Anstalt"). — Die Prüfungen zerfallen in a) die erste oder allgemeine Staatsprüfung (am Ende des 3ten oder Anfang des 4ten Semesters, umfaßt die Grund- und Hilfswissenschaften, einschl. Teile der höheren Mathematik, wie analyt. Geometrie, Differential- und Integralrechnung) und b) die zweite Staatsprüfung für das eigentliche Fach (gutes Fortgangszeugnis in forstlich chemischer Technologie und forstl. Plan- und Terrainzeichnen ist gefordert), kann frühestens am Ende des 6ten

15) Zur allgem. Orientierung: Gustav Hempels Taschenkalender für den österr. Forstwirt, Jahrg. 1886.
16) Der höhere forstliche Unterricht wurde bis dahin in Mariabrunn erteilt (seit 1813).

Semesters erledigt werden. Kommission für beide Prüfungen zunächst aus Professoren der Hochschule; Prüfungen öffentlich und nur mündlich [17]). Daneben werden Diplomprüfungen abgehalten.
Lehrer: 17 o. und a. o. Professoren, worunter 6 forstliche, daneben eine Reihe von Dozenten. Jährlich wechselndes Rektorat (nach freier Wahl der Professoren). — Zahl der studierenden Forstleute: im Studienjahr 1884/85 unter im Ganzen 351 Studierenden 134 Forstleute, wovon 118 ordentliche und 16 außerordentliche Hörer.

2) Mährisch-schlesische Forstschule in Eulenburg:

(1851 vom mährisch-schlesischen Forstschulverein begründet) und

3) Forstlehranstalt zu Weißwasser:

(als böhmische Forstschule vom böhm. Forstverein 1855 gegründet.)
Dürfen beide nach Aufnahmebedingungen und Einrichtung als forstliche Mittelschulen bezeichnet werden. Beide setzen 1jährige Vorpraxis voraus und bezwecken in der Hauptsache die Ausbildung tüchtiger Revierförster für den Privatdienst.

4) Technische Hochschule zu Graz:

Forstlicher Unterricht daselbst durch einen ordentl. Professor. Bedingung ist die Hochschulreife.

5) Landeslehranstalt für Forstwirtschaft in Lemberg:

(seit Herbst 1874 eigene isolierte Landeslehranstalt.)
Bedingungen: 1jährige Vorpraxis, absolviertes Untergymnasium der Unterrealschule. — 2 forstl. Professoren und 2 forstl. Adjunkten, 4 Hilfslehrer. — Kursus 2jährig. Zahl der Studierenden durchschnittlich 24 pro Jahr.

b) Ungarn:

1) Königlich ungarische Forstakademie zu Schemnitz:

(gegründet 1870, mehrmals reorganisiert.) Unterricht in den Hilfswissenschaften zugleich für die Hörer der Bergakademie. Ressort des ung. Finanzministeriums in Budgetsachen, sonst des ung. Ackerbauministeriums. — Bedingungen: Maturität vom Obergymn. oder von der Oberrealschule. — Kursus 3jährig, daneben besteht ein besonderer Forstingenieurfachkurs. — Lehrer: Unter den 14 Professoren und Dozenten sind 3 Professoren der Forstwissenschaft. — Besonderer Lehrforst. — Frequenz: 287.

2) Königlich kroatische land- und forstwirtschaftliche Lehranstalt zu Kreuz (bei Agram):

(am 19. Novbr. 1860 eröffnet, 1878 reorganisiert.) Der Landesregierung, Abteilung für innere Angelegenheiten unterstellt. Die Anstalt ist forstliche Mittelschule (wie ad 1, a, 2 u. 3) und bezweckt hauptsächlich die Heranbildung von Revierverwaltern für den Privatforstdienst (für den Staatsdienst tritt die Hochschule für Bodenkultur zu Wien ein). Kursus 3jährig, an dessen Schluß eine Diplomprüfung. An der Gesamtanstalt 16 Lehrer, worunter 2 Professoren für Forstwissenschaft. — Institutswald. — Zahl der forstl. Hörer in 1885/86 39.

2. Schweiz [18]):

Der höhere forstliche Unterricht wird am eidgenössischen Polytechnikum in Zürich (eröffnet 1855) erteilt, dessen fünfte Abteilung die „Forstschule“ bildet.

Ressortiert vom eidgen. Departement des Innern. Neben dem Direktor der Gesamtanstalt hat jede Fachschule ihren besonderen Vorstand (von den Lehrern gewählt). — Bedingung der Aufnahme: Volle Maturität ist nicht erfordert (aber das 18te Lebensjahr und Aufnahmeprüfung). — Kurs 3jährig. Unter den Lehrern sind drei ordentliche Professoren der Forstwissenschaft. Zahl der forstl. Hörer: Sommer 1885 19, Winter 1885/86 18.

3. Frankreich.

Es bestehen 3 Stufen des forstlichen Unterrichtes. Die Ausbildung für den Forstverwaltungsdienst (Enseignement supérieur) erfolgt auf der Ecole nationale forestière de Nancy (gegründet 1824).

(vergl. neueste Programme vom 25. Novbr. 1885.) — Bedingungen: Maturität. Der Eintritt in die Anstalt erfolgt auf dem Wege des Konkurses (jährlich in Paris und an einigen anderen Zentralpunkten des Reichs). Von demselben sind ausgenommen Schüler des Polytechnikums und des landwirtsch. Instituts zu Paris (von diesem Recht wird jährlich von durchschnittlich drei Schülern Gebrauch gemacht). In dem Konkurs wird u. a. analytische Geometrie

17) Für die Aufnahme in den Staatsdienst besteht neuestens die Bedingung einer 1jährigen Vorlehre, von welcher aber weder der Eintritt in die Hochschule noch die Zulassung zur Staatsprüfung abhängig ist. Außerdem ist die Vorlesung über „Wildbachverbauung“ und Prüfung darin obligatorisch für die Staatsforstdienst-Aspiranten.

18) Vergl. u. a.: Schweiz. forstl. Zeitschrift von 1883, S. 181 und von 1885, S. 191.

und Mechanik, sowie bes. auch Kenntnis der deutschen Sprache und Fertigkeit im Zeichnen verlangt. Der Kriegsminister bestimmt den Vorsitzenden. Militärische Organisation der Schüler in Nancy [19]). Seit 1870 pro Promotion 15—20 ordentliche Schüler (élèves du gouvernement). Kursus an der Anstalt 2jährig [20]) (im Winter 15/X bis 1/I theoret. Vorlesungen, im Sommer 1/V bis 15/VII Uebungen, dann 15/VII bis 15/VIII Vorbereitung für die Jahresprüfung). — Kredit der Anstalt für 1885 104 000 Frcs.

4. Italien [21]).

Forstinstitut zu Vallombrosa (bei Florenz)

(gegründet 1869 in einer ehemaligen Benediktinerabtei). — Bedingungen: Alter beim Eintritt 18—22 Jahre, Aufnahmeprüfung (verlangt: ital. und franz. Sprache, Elemente der Naturgeschichte, niedere Mathematik). — Kurs 3jährig (Unterricht nur im Sommer). Zahl der Schüler ca. 35 im Durchschnitt, Internat (nicht über 40), militärische Organisation. — Jahresprüfung am Ende des 1. u. 2. Jahres, Alles umfassende Schlußprüfung am Ende des 3. Kurses (incl. analyt. Geometrie und Mechanik). — Reichliche Lehrmittel, Unterrichtswald. — Lehrer: Direktor und 6—7 Professoren (davon zwei in Florenz wohnend).

5. Spanien [22]).

Forstschule zu Escorial (bei Madrid).

(In 1843 Spezialschule zu Madrid, Waldbauschulen in den Provinzen Cuenca, Huesca, Jaen und Santander. 1848—1869 Forstlehranstalt zu Villaviciosa di Odone, seit 1870 in Escorial.) Als Muster bei der Einrichtung der Anstalt dienten die deutschen forstl. Lehrstätten, insbesondere die bezüglichen Bestimmungen in Sachsen (jedoch keine Vorlehre). Ein Reglement von 1870 besteht, mit einigen Modifikationen — (1877 wurden die Anforderungen durch analyt. Geometrie, deskriptive Geometrie, Mechanik, Elemente der Infinitesimalrechnung erweitert) —, noch heute. In 1881 wurden der Schule vom König die Ländereien von Herreria und Romeral unterstellt.

6. Rußland [23]).

Zurzeit bestehen außer einer 1841 errichteten forstlichen Mittelschule zu Lisinow (Gouvernement St. Petersburg) und einem Forstinstitut zu Evois in Finnland 2 große Akademien, an welchen Land- und Forstwirtschaft vereinigt ist, die eine zu St. Petersburg (1805 Forstschule zu Koselsk im Gouvernement Kaluga, 1811 nach St. Petersburg verlegt, bezw. vereinigt mit der vom Fürsten Orloff errichteten Schule. Als „Forstinstitut" bis 1864, dann zur jetzigen Akademie umgebildet), die andere zu Nowo-Alexandrowsk in Polen (1864 von Warschau dahin verlegt). Eine dritte, die 1865 gegründete Akademie Petrowski zu Moskau, ist von 1886 an nur noch Landwirtschafts-Akademie, da man seit Herbst 1883 keine neuen forstlichen Zuhörer mehr angenommen hat.

Für das höhere Forstinstitut in St. Petersburg insbesondere gelten folgende Bestimmungen:

Maturität vom Gymn. oder von einer höheren Realschule. Keine Vorlehre, 4jähriges Studium (je vom 1. Septbr. bis Ende Mai theoret. Unterricht, im Mai jeden Jahres obligatorische Prüfung, im Sommer Uebungen im Park, sowie in den Forsten von Lisinow, daran anschließend je ein prakt. Examen. Mathematik und Naturwissenschaften werden in ziemlich weitem Umfang vorgetragen. Die Absolvierung der Anstalt giebt Anspruch auf Anstellung im Staatsdienst. — Lehrer: 8 ordentl. Professoren, 6 Dozenten, 3 Assistenten. Zahl der forstl. Hörer am 1. Jan. 1885 337 (je 119, 92, 83, 43 in den vier Kursen); in 1884 haben 30 den Kurs mit

---

19) Die Schüler werden als unter der Fahne stehend betrachtet. Wer am Schlusse der Forstschulzeit die Examina besteht, erhält den Lieutenantsrang. — Neben den ord. Schülern sog. freie Schüler (élèves libres), welche nicht auf den franz. Staatsforstdienst reflektieren (bis 1881 meist Engländer, welche sich für den indischen Forstdienst vorbereiteten (cfr. 7, a), ca 12 pro Promotion.

20) Von 1871—1880 hatte man drei Jahreskurse; die Schüler des dritten Kurses standen aber nebenbei schon im prakt. Dienst.

21) Vergleiche: Fankhauser, jun., „Forstliche Reiseskizzen aus Italien", S. 14 ff. (Separat-Abdruck aus der schweiz. forstl. Zeitschrift Bd. 10 1885, Heft III u. IV). Die darin enthaltenen Angaben beruhen auf Mitteilungen durch den Direktor der Forstlehranstalt. — Ferner: von Räßfeldt im forstwissensch. Zentralblatt von 1880 S. 580 ff.

22) Nuova Rivista forestale (ed. Piccioli-Firenze) v. 1882, I (Gennajo e febbraio) S. 16 ff. (S. 26: „Kein deutsches Forstschulprogramm geht höher als dasjenige Spaniens").

23) Vergl. u. a.: Blankmeister in Danckelmanns Zeitschrift für Forst- und Jagdwesen von 1875 S. 504 ff., ferner Rechenschaftsberichte des St. Petersburger Forstinstituts.

Erfolg beendet. Vollständige Sammlungen 2c. Etat des Forstinstituts 160 110 Rubel = ca 320 000 Mark jährlich.

7. Großbritannien und Irland [24]).

a) England.

Seit neuester Zeit findet auch in England ein forstlicher Unterricht statt, indem an der seit etwa 16 Jahren bestehenden indischen polytechnischen Hochschule zu Coopers Hill bei London die Beamten für den höheren indischen Forstdienst ausgebildet werden, welche bisher meist in Nancy waren (cfr. 3, Frankreich).

b) Schottland.

1) Beabsichtigt ist die Gründung einer Forstschule zu Edinburgh (1883 im Parlament angeregt, seit 1884 ein Komitee behufs Beschaffung der nötigen Geldmittel; ein Grundstock für Sammlungen ist von der Edinburgher Ausstellung her vorhanden).

2) Preisaufgaben (seit 1855 alljährlich) von der Scottish Arboricultural Society [25]) und zwar 22 Themata für allgemeine Konkurrenz (z. B. Eichenzucht, Vergleichung einheimischer und fremder Nadelhölzer, Bauhölzer Schottlands, Schilderung der Forstverwaltung eines Landes 2c.) und 6 nur für Forst-Assistenten (z. B. beste Pflanzverfahren, Einrichtung einer Pflanzschule, Ernte englischer Gerbrinden 2c.).

8. Dänemark.

Der forstliche Unterricht in Dänemark ist einer der ältesten überhaupt bestehenden. Begreift man die Forstakademie ein, welche von 1786 bis 1832 zu Kiel bestanden hat, so feiert der nach 1832 in Kopenhagen und zwar von 1863 an bei der dortigen landwirtschaftlichen Hochschule erteilte dänische forstliche Unterricht jetzt sein 100jähriges Bestehen.

Einrichtung des Unterrichts: Vorhergehende Beschäftigung in der forstl. Praxis ist für die eigentlichen Fachvorlesungen vorausgesetzt; dieselbe erfolgt (1—2 Jahre) entweder vor Beginn des Studiums oder nach dem Examen in den Grundwissenschaften. Maturität vom Gymn. oder Realgymn. (event. Bestehen eines allgemeinen Vorbereitungsexamens mit den für Forstleute besonders bestehenden Zusätzen). Der gesamte forstl. Lehrplan umfaßt 7 Semester, wovon 3 auf die Grundwissenschaften entfallen. Sämtliche forstl. Examina werden an der Hochschule abgehalten und zwar 1) Examen in den Grundwissenschaften (nach drei Semestern, umfaßt Mathematik, Physik, Chemie, diese in Ausdehnung auf umfassende Arbeiten im Laboratorium —, Bodenkunde, Botanik, Zoologie und forstl. Zeichnen); 2) Fachexamen, theoretischer Teil (setzt Bestehen der Prüfung ad 1, sowie außerdem eines praktischen Vorbereitungsexamens voraus) nach Schluß der Studien; umfaßt die forstlichen Disziplinen, sowie Rechtskunde, Volkswirtschaftslehre, Vermessung, Boden- und Wasserbaukunde, Pflanzenkrankheiten); 3) Fachexamen, praktischer Teil (die Anwendungen im Wirtschaftsbetrieb betreffend). Die mündlichen Prüfungen sind öffentlich. 11 Lehrstühle, worunter vorläufig nur einer für Forstwissenschaft.

9. Schweden und Norwegen [26]).

Die Ausbildung für den Forstverwaltungsdienst wird erlangt durch den Besuch des, um 1828 gegründeten Forstinstituts zu Stockholm. Norwegen hat keinen besonderen höheren forstlichen Unterricht.

Bedingungen: Maturität vom Realgymn. oder humanistischen Gymn. (mit Ergänzung in Mathematik, Physik und Chemie, dem Realgymn. entsprechend), 1jährige Vorlehre (durch Absolvierung des eigens für diesen Zweck eingerichteten Jahreskurses der Forstschule zu Omberg). — 2jähriges Studium, wöchentlich ca 32 Stunden (theoret. Unterricht vom 15. Oktbr. bis 15. Juni, im Sommer prakt. Uebungen). Abgangsprüfung (in Stockholm öffentlich). Lehrer: Direktor und 6 Lehrer, nebst den für die Uebungen erforderlichen Assistenten.

10. Belgien und
11. Holland

haben keinen besonderen forstlichen Unterricht.

---

24) vergl. u. a. Forestry, März 1885 S. 338 ff. („hoffentlich ist Großbritannien bald nicht mehr der einzige Staat Europas ohne Forstschule") und vom Novbr. 1885 S. 421 ff. (Die internationale Ausstellung zu Edinburgh, ein Argument für Gründung einer nationalen Forstschule by the rev. J. C. Brown), ferner Briefe von Brandis in der Allg. Forst- und Jagd-Zeitung, wie u. a. S. 243 (Juli) von 1883 und S. 248 (Juli) von 1885 (forstl. Ausstellung zu Edinburgh 2c.).

25) Transactions Vol. XI, Part. 1 von 1885, Appendix S. 20 ff.

26) Nach Mitteilungen des Direktors des Forstinstituts.

β. Nichteuropäische Länder.

§ 5. 1. Amerika.

Die vereinigten Staaten Nordamerikas insbesondere: Ein forstlicher Unterricht besteht noch nicht, trotz darauf abzielender Bestrebungen der neuesten Zeit[27]).

2. Brittisch-Indien[28]).

Für den höheren Forstverwaltungsdienst werden die Beamten in Europa ausgebildet und, da Großbritannien selbst keinen forstl. Unterricht hat, so wandte man sich gelegentlich nach Deutschland, vorzugsweise aber nach Frankreich. In 2½ Jahren sollte das Ziel erreicht sein. In Deutschland während längerer Zeit eine praktische Schulung in Hannover, durch Burckhardts Vorsorge, dann 2—3 Semester Besuch einer Forstschule. Seit 1873 besuchten bis 1882 (cfr. oben ad 7, a England) alle jungen Engländer für Indien die Forstschule zu Nancy (bis 1882 im Ganzen 74 Beamte gebildet).

In Ostindien selbst und zwar in Dehra Dun am Fuße des Himalaya (im nordwestl. Teile der Nordwestprovinzen, inmitten geeigneter Lehrforste — Gebirg und Ebene —) besteht seit 1881 eine Forstschule (Mittelschule) zur Ausbildung von Revierförstern (Eingeborene, die in ihren Provinzen später angestellt werden). Die Forstschule in Verbindung mit der 1872 von Major F. Bailey gegründeten Forstvermessungsanstalt. Zuerst Provinzialinstitut; seit 1884 hat der Generalforstinspektor die Aufsicht. 1jährige Vorpraxis ist Regel. Nach 18monatlichen Studien wird ein Abgangszeugnis erworben. — 3 Lehrer (je 1 für Forstwissenschaft, Physik und Chemie, Mathematik), daneben unterrichten Forstbeamte, sowie Angestellte des Vermessungsinstituts und Forsteinrichtungsbureaus. Seit Gründung der Anstalt sind 33 Revierförster aus derselben hervorgegangen.

3. Niederländisch-Indien.

Zu technischen Beamten bei der dortigen Forstverwaltung werden, da die Niederlande kein Forstinstitut besitzen, junge Leute seit 1881 auf Grund eines Erlasses des Kolonial-Ministers außerhalb besonders ausgebildet.

II. Folgerungen aus den statistischen Angaben, allgemeine Betrachtungen im Anschluß an dieselben.

§ 6. Gruppiert man die einzelnen forstlichen Lehrstätten für den höheren forstlichen Unterricht nach denjenigen Momenten, welche für die Charakteristik der bezüglichen Einrichtungen in erster Linie maßgebend sein dürften, so kommt man zu folgendem Ergebnisse:

1) Ort des Studiums[29]):

a) Isolierte Akademien (bezw. Forstlehranstalten) haben: Preußen (Eberswalde und Münden), Bayern (soweit es sich um die zwei ersten Studienjahre handelt, Aschaffenburg), Königreich Sachsen (Tharand), Sachsen-Weimar (Eisenach); sodann von außerdeutschen Ländern: Frankreich (Nancy), Italien (Vallombrosa), Spanien (Eskorial), Schweden (Stockholm).

b) Verbindung des forstlichen Unterrichtes mit dem landwirtschaftlichen besteht in: Oesterreich (Hochschule für Bodenkultur zu Wien[30])), Rußland (Petersburg, Nowo-Alexandrowsk), Dänemark (Kopenhagen).

c) Verbindung mit dem Bergbau: Ungarn (Schemnitz).

d) An einer technischen Hochschule (Polytechnikum) wird der forstliche Unterricht erteilt in:

---

27) Vgl. u. a. The american journal of forestry bei Fr. B. Hough (von Septbr. 1882 bis Oktbr. 1883), S. 64, 115, 329; S. 115 insbes. enthält (aus dem Montreal Herald): Plan of Instruction of an American school of forestry by Prof. Adolph Leue, Cincinnati. Ferner: The late Franklin Benj. Hough. Nekrolog von Brandis in dem Indian forester Vol. XI (September-Nummer). In Hough hat der Tod den wärmsten Vertreter des Waldes in Amerika dahingerafft. Kurz vorher schrieb Hough, angesichts der Schwierigkeit, bei seinen Landsleuten das richtige Verständnis für die Interessen des Waldes wachzurufen, in einem Briefe: „Meine Hoffnung ist die jüngere Generation, in der Schule muß man die Hebel ansetzen ꝛc."

28) Mitteilungen durch Generalforstinspektor a. D. Dr. Brandis.

29) Vergl. C, insbes. IV, S. 121 ff.

30) Die Einrichtungen dieser großen, reich ausgestatteten Anstalt sind in mehrfacher Beziehung denen einer Universität konform, wie insbesondere darin, daß ein jährlich wechselndes Wahl-Rektorat besteht mit allen Konsequenzen eines solchen.

Baden (Karlsruhe), der Schweiz (Zürich), England (für Indien, zu Coopers Hill bei London).

e) An einer Universität in:

Bayern (München), Württemberg (Tübingen), Hessen (Gießen).

f) Ergänzender Universitätsbesuch wird gefordert in: Preußen, Mecklenburg-Schwerin (für höhere Stellen), Altenburg (desgl.), Anhalt.

Hieraus ist ersichtlich, daß das Prinzip der spezifischen Forstakademie durch 9 große Anstalten verkörpert ist, während man als Hochschulunterricht ansehen darf denjenigen zu Wien, Karlsruhe, Zürich, München, Tübingen und Gießen; in der unzweideutigsten Gestalt erscheint derselbe sicherlich in der organischen Vereinigung mit einer Universität.

§ 7. 2) Vorbedingungen:

a) Maturität: Dieselbe wird verlangt von allen deutschen Staaten mit Ausnahme von S.-Weimar, Mecklenburg-Schwerin (für Revierförster), Oldenburg, S.-Meiningen, S.-Altenburg (für Revierförster), S. Coburg-Gotha, Schwarzburg-Sondershausen und Rudolstadt (hauptsächlich also denjenigen Staaten, welche mit der Forstlehranstalt zu Eisenach in direkter Beziehung stehen); sodann wird die Maturität gefordert von Oesterreich, Ungarn, Frankreich, Spanien, Rußland, Dänemark, wonach die weit überwiegende Mehrheit der Regierungen (und zwar mit Recht) die vollständige Reife für den Hochschulunterricht als notwendig erklärt für eine allen Anforderungen genügende forstliche Ausbildung.

b) Vorlehre: Eine solche wird gefordert in der Dauer von 6 Monaten in: Kgr. Sachsen, Reuß jüngere Linie; — 7 Monaten: Elsaß-Lothringen; — 1 Jahr: Preußen, S.-Weimar, Mecklenburg-Schwerin und -Strelitz, Oldenburg, Braunschweig, S.-Meiningen, S.-Altenburg, S.-Coburg-Gotha, Anhalt, Schwarzburg-Sondershausen und Rudolstadt, Waldeck, Schaumburg-Lippe; sodann in Oesterreich (für den Staatsdienst, cfr. Anmerkung zu B, α, 1, a, 1 S. 101) und Schweden; — 1½ Jahren: Fürstentum Lippe; — 1—2 Jahren: Dänemark (mit der ad B, α, 8 S. 103 angegebenen Modifikation).

Dieselbe wird nicht gefordert in Bayern, Württemberg, Baden, Hessen, sodann in Oesterreich (sofern der Besuch der Hochschule für Bodenkultur davon ganz unabhängig ist), Ungarn, Schweiz, Frankreich, Italien, Spanien, Rußland.

Die Meinungen sind also nicht nur in Bezug auf die Hauptfrage, ob eine dem theoretischen Unterricht voraufgehende Beschäftigung mit der forstlichen Praxis notwendig oder mindestens rätlich sei, geteilt, sondern innerhalb des Kreises derer, welche dieselbe bejahen, gehen in Hinsicht auf die erforderliche Dauer der Vorlehre die Bestimmungen auseinander. Beachtenswert ist, daß, in Deutschland wenigstens, die Forderung einer Vorlehre vorab von denjenigen Staaten gestellt wird, welche Forstakademien besitzen oder sich an solche mehr oder weniger nah anschließen, während die allgemeinen Hochschulen auf dieselbe verzichten.

Um die Vorlehre (Försterlehre, Vorpraxis 2c. — vielleicht am besten zu bezeichnen als „Vorbereitungskursus“ [31]) richtig zu beurtheilen, muß man davon ausgehen, daß dieselbe zuvörderst eine Vorbereitung sein soll für den theoretischen Unterricht und nicht dazu bestimmt ist, den jungen Mann, welcher eben die Schule verlassen hat, mit den Geheimnissen der eigentlichen Praxis vertraut zu machen. Hierzu fehlen überdies alle Vorbedingungen. Denn abgesehen davon, daß im allgemeinen keinerlei forstliches Wissen vorausgesetzt werden kann, sind auch die Kenntnisse in den Grundwissenschaften wenigstens bei denjenigen Eleven, welche vom humanistischen Gymnasium kommen, meist nicht sehr bedeutend, jedenfalls zu einer allseitigen Erklärung auch nur der wichtigeren Erscheinungen im Walde kaum ausreichend, da eine irgend eingehendere Behandlung der Mathematik und Naturwissenschaften mit den sonstigen Aufgaben des humanistischen Gymnasiums nicht wohl vereinbar ist [32]). Es kommt also nur darauf an, daß vor dem

31) cfr. Heß: Enzyklopädie und Methodologie der Forstwissenschaft, I. Teil, S. 121.

32) Gleichwohl kann auch für Forstleute die Vorbildung durch das humanist. Gymnasium als wünschenswerth bezeichnet werden. Was an Spezialkenntnissen in den obengenannten Gebieten fehlt, wird durch intensivere allgemeine Bildung ersetzt. Bietet auch der lateinische Unterricht des Realgymnasiums in dieser Richtung ziemlich weitgehende Garantien, so fehlt doch die Vollendung, so lange der Geist des griechischen Altertums nicht hinzukommt. Das Studium der Mathematik

Beginn der fachwissenschaftlichen Studien unter sachkundiger Leitung durch häufigere Anschauung und eventuell Bethätigung durch eigene Arbeit (also mehr empirisch) ein gewisses Verständnis für die Vorgänge im Walde im allgemeinen, sowie die Kenntnis einzelner Vornahmen des Wirtschaftsbetriebs (Kulturen, Holzfällungen u. s. w.) im Besonderen gewonnen wird, daß eine Summe von Begriffen (Hochwald, Mittelwald ꝛc., Umtrieb, Verjüngung u. s. w.) in Anlehnung an die verschiedenen Waldbilder erläutert, eine Anzahl von Pflanzen (die Waldbäume vorab) und Tiere kennen gelernt wird u. s. w. Wesentlich ist, daß durch diesen vorgängigen Aufenthalt im Walde die Bekanntschaft mit den Freuden, aber auch den teilweise großen Anstrengungen und Entbehrungen des forstlichen Berufes vermittelt, die Gesundheit geprüft bezw. gestärkt, vor Allem aber die Fähigkeit zum Beobachten geweckt, das richtige Sehen gelernt wird. Der Vorbereitungskursus ist gewissermaßen schon eine Art Prüfung, welche der Eleve durchzumachen hat; es kann sich schon während desselben und durch denselben die Ausscheidung von für den Forstdienst aus irgend welchen Gründen (insbesondere auch körperlichen) untauglichen Elementen vollziehen, namentlich solcher, welche sich vielleicht ohne rechte Neigung für den Forstmannsberuf entschieden hatten.

Dies alles sind unbestreitbare Vorzüge des Vorbereitungskursus. Stünden denselben nicht Nachteile gegenüber, so müßte man sich darüber wundern, daß derselbe nicht allwärts eingeführt ist. Es fragt sich aber zunächst, ob jene Vorteile groß genug sind, um das durch sie bedingte Opfer an Zeit zu rechtfertigen, und ob nicht das, was der Vorbereitungskurs bietet, mit Vermeidung der Nachteile desselben auf anderem Wege ebensogut oder wenigstens in genügender Weise erreicht werden kann.

Nachtheile des Vorbereitungskurses: Als ein solcher wird geltend gemacht, daß die Einschaltung eines Waldaufenthaltes zwischen Schul- und Studienzeit eine unter Umständen bedenkliche Unterbrechung der strengen geistigen Arbeit darstellt, so daß es dem jungen Manne demnächst schwerer fällt, im Zusammenhange und mit der nötigen Vertiefung zu studieren, als ohne jene Zwischenthätigkeit. Ohnedies findet ja eine solche Unterbrechung vielfach durch den Militärdienst statt und sollte nicht auf einen noch größeren Zeitraum erstreckt werden. Daß während dessen ein Teil der in der Schule erworbenen Kenntnisse verloren geht, ist nicht zu vermeiden, möchte aber nicht allzuhoch angeschlagen werden angesichts der Thatsache, daß diese Reduktion der Schulkenntnisse, insoweit dieselben zum gewählten Beruf keine unmittelbare Beziehung haben, früher oder später doch eintritt. Die andauernden Waldbesuche, welche freilich an der Hand des Lehrherrn planmäßig stattfinden sollen, zum Teil aber doch wohl auch ohne bestimmte Aufgabe unternommen werden, die Ausübung der Jagd, an keine Zeit gebundenes Sammeln von Pflanzen, Insekten ꝛc. — Alles an sich sehr schätzenswerte Dinge — kann später, wenn während der Studienzeit jene leitende Hand fehlt, leicht in Gestalt unberechtigten Herumschwärmens fortgesetzt werden. Es wird in dieser Beziehung allerdings zwischen der Forstakademie und etwa der Universität zu unterscheiden sein; erstere kann schon durch den festen Studienplan und ihre sonstigen (weil nur für Studierende des nämlichen Faches zugeschnittenen) schärfer umgrenzten Einrichtungen eher zu einer Kontrole Gelegenheit bieten, wie die Universität, welche ihrem ganzen Wesen nach in Bezug auf fleißige Beteiligung an den Vorlesungen und Uebungen nur in der (mehr zufälligen) persönlichen Einwirkung des einzelnen Lehrers ein Gegenmittel kennt. Wenn ferner gefürchtet wird, daß manche Eleven aus dem Vorbereitungskursus eine übertriebene Wertschätzung der Praxis gegenüber der Wissenschaft mitbringen, so dürften dies immerhin Ausnahmen sein, die sich durch geeignete Wahl des Lehrherrn auf ein geringstes Maß reduzieren lassen. Dagegen darf der Nachteil nicht unterschätzt werden, welcher darin besteht, daß der Vorbereitungskursus in den meisten Fällen nicht die wünschenswerte Vielseitigkeit waldlicher und wirtschaftlicher Verhältnisse bietet, um die Möglichkeit einseitiger Auffassung auszuschließen. Kommt dann ein vielleicht recht tüchtiger, aber für seine Wirtschaftsweise einseitig begeisterter Lehrherr hinzu, so können Vorurteile erstehen, welche einer allgemeineren Behandlung, wie sie der theoretische Unterricht bringen muß, leicht hinderlich werden.

Alle diese Nachteile sind nicht unbedingt mit dem Vorbereitungskurs verknüpft, so daß man billigerweise nicht gerade im allgemeinen von einer überwiegenden Schädlichkeit desselben reden darf. Wohl aber wird derselbe entbehrlich, sobald die ihm anhaftenden Vorzüge anderweit sicher gestellt werden können, ohne daß dafür eine bestimmte Zeit ausschließlich in Anspruch genommen wird. Das Mittel dazu bietet ein normaler Studiengang in Verbindung mit einer geeigneten Einrichtung des praktischen Unterrichtes an der Forstlehranstalt selbst.

Wenn die Bedeutung der Grundwissenschaft konsequent gewürdigt wird, führt dies naturgemäß dahin, daß sich die Studierenden während der ersten Semester ihrer Studienzeit in der Hauptsache mit diesen, nicht aber mit forstlichen Disziplinen beschäftigen. Immerhin läßt sich aber zwischendurch so viel Zeit gewinnen, als nötig ist, um jene, sonst durch den Vorbereitungskurs angestrebte, für das Verständnis der Fachvorlesungen wünschenswerte Grundlage zu schaffen, und zwar wird dies einfach dadurch erreicht, daß in dem ersten Semester sofort eine nicht umfangreiche Vorlesung über Forstenzyklopädie gehört und diese durch eine entsprechende Anzahl

---

und Naturwissenschaften kann jederzeit nachgeholt werden; überdies kann darin auch das humanistische Gymnasium bei geschickter Benutzung der dafür planmäßig vorgesehenen Zeit innerhalb des gezogenen Rahmens recht Gutes und weit mehr leisten, als vielfach angenommen wird auf Grund gegenteiliger Erfahrungen, die der Einzelne hie und da zu machen Gelegenheit hatte.

passend geleiteter Exkursionen und Demonstrationen erläutert wird. Damit dürfte, was wirklich notwendig ist, geschehen sein; über das notwendige Maß hinauszugehen, liegt aber kein genügender Grund vor. Daß demnächst aber der eigentliche sachliche Unterricht nicht auf Katheder-Vorträge beschränkt sein soll, sondern ebenwohl möglichst vielseitige Exkursionen, Demonstrationen und Uebungen einbeziehen muß, bedarf kaum der besonderen Hervorhebung; übrigens bietet zu derartigen vielgestaltigen, sich auf die verschiedensten Einzelheiten (Kulturwerkzeuge aller Art, Fällungsarten, Rodung, Astung, Transport, verschiedene Verfahren der Massenaufnahme und Zuwachsuntersuchung, Höhenmessen 2c.) erstreckenden Demonstrationen, wie sie zur Erläuterung der Vorträge erforderlich sind, der Vorbereitungsunterricht meist gar nicht einmal die Gelegenheit, abgesehen davon, daß er seine Aufgabe falsch fassen würde, wenn er dieselbe über die Gewinnung gewisser Grundanschauungen und Weckung des allgemeinen Interesses am Beruf ausdehnen wollte.

§ 8. 3) Minimum der Studiendauer (excl. Vorlehre)[33]): 2 Jahre: Eisenach (für S.-Weimar, Meiningen, Coburg-Gotha, Schwarzburg-Sondershausen und -Rudolstadt), Oldenburg, Braunschweig, Altenburg (für Revierförster), Waldeck, Fürstentum Lippe, Frankreich; 2½ Jahre: Kgr. Sachsen, Reuß j. L., Elsaß-Lothringen, Spanien; 3 Jahre: Preußen, Baden, Hessen, Oesterreich, Ungarn, Schweiz, Italien,; 3½ Jahre: S.-Altenburg, (für höhere Stellen), Dänemark; 4 Jahre: Bayern, Rußland.

4) Anforderungen in der Mathematik:

Teile der höheren Mathematik werden verlangt und zwar a) analytische Geometrie der Ebene in: Württemberg, Frankreich, Italien: b) analytische Geometrie und die Elemente der Differential- und Integral-Rechnung in: Bayern, Baden, Hessen, Oesterreich, Spanien. Fakultativ ist der Unterricht in den Elementen der Differential- und Integral-Rechnung in Sachsen.

Es dürfte keinem Zweifel unterliegen, daß eine gute mathematische Schulung dem Forstmann in den verschiedensten Richtungen sehr zu statten kommt, wie insbesondere die Gebiete der Holzmeßkunde, Forsteinrichtung, Waldwertrechnung, Statik, Wegebau u. s. w., ohne ein bestimmtes Maaß mathematischer Kenntnisse nicht studiert werden können. Dabei ist aber nicht nur auf dieses positive, direkt verwendbare mathematische Wissen Wert zu legen, sondern ebensosehr auf die durch das Studium mathematischer Disziplinen ganz vorzugsweise gesteigerte Logik des Denkens, Schärfe des Urteils, sowie die größere Uebersicht und Ordnung in der gesamten geistigen Arbeit. In diesem Sinne insbesondere muß eine weitgehende Wertschätzung mathematischer Studien als eine wesentliche Förderung bei der Ausübung forstlicher Thätigkeit in Theorie und Praxis angesehen werden, wenn man auch alle Ursache hat, sich vor einer einseitigen Auffassung zu hüten, welche etwa andere grundlegende Studien, wie namentlich diejenigen der Naturwissenschaften (Physik, Chemie, Botanik 2c.) und Nationalökonomie, der Mathematik gegenüber in den Hintergrund drängen wollte. Immerhin ist gerade auch bei der Beschäftigung mit den Naturwissenschaften jene mathematische Schulung wenn nicht Bedingung so doch vielfach eine sehr schätzenswerte Hilfe.

Eine viel diskutierte Frage ist diejenige, ob man sich auf die niedere Mathematik beschränken oder analytische Geometrie, sowie die Elemente der Infinitesimalrechnung einbeziehen soll. Wer allen Forschungen auf forstmathematischen Gebieten zu folgen befähigt sein will, kann jene Teile der höheren Mathematik nicht entbehren; eine ganze Reihe von Sätzen lassen sich ohne dieselben nicht allgemein erweisen, für viele können wenigstens die Beweise nicht mit der wünschenswerten Leichtigkeit geführt werden. Höher anzuschlagen ist aber noch der Umstand, daß durch Kenntnis der genannten Disziplinen rückwärts auch für viele Teile der niederen Mathematik ein weitaus tieferes Verständnis geschaffen wird. Freilich weist die Vielgestaltigkeit der an die Ausbildung der Forstleute gestellten Anforderungen gebieterisch auf Beschränkung im einzelnen hin. Doch dürfte eine etwas längere Studiendauer sehr wohl zugestanden werden.

§ 9. 5) Prüfungen:

Dieselben zeigen in mehrfacher Hinsicht große Verschiedenheit der Behandlung und zwar bezüglich des Gebietes, welches sie umfassen, der Zeit und Häufigkeit der Vornahme, Zusammensetzung der Prüfungskommissionen, Modus der Abhaltung, Zensur 2c.

a) Prüfungsgegenstände: Hier soll nur auf den darin bestehenden Unterschied aufmerksam gemacht werden, daß in den einen Staaten nur eine theoretische Prüfung eingeführt ist, welche dann sämtliche Zweige des forstlichen Wissens (Grund-, Hilfs- und Fach-

33) In Bezug auf Württemberg siehe I, A, 4. Bei den übrigen nicht speziell angeführten deutschen Staaten ist die Studiendauer vielfach durch die Wahl des Studienortes beeinflußt. Im allgemeinen wird man, wenigstens da, wo keine Vorlehre besteht, immer mehr auf ein 3½- bis 4jähriges Studium hinauskommen.

wissenschaften) umfaßt, während in den andern eine Verteilung derselben auf mehrere, in der Regel 2 Examina festgesetzt ist. In dem ersten müssen dann meistens die Kenntnisse in den Grundwissenschaften, im zweiten diejenigen in den Hülfswissenschaften und den forstlichen Disziplinen nachgewiesen werden. Diese Trennung findet sich in Bayern, Sachsen, Württemberg, Baden, Hessen, Oesterreich, Rußland und Dänemark, und es ist wohl nicht zu leugnen, daß dieselbe — im Hinblick auf den Umfang und die Vielseitigkeit des im ganzen von den Kandidaten des Forstfaches zu bewältigenden Stoffes — entschiedene Vorzüge besitzt, in erster Linie bestehend in der Konzentrierung und Vertiefung auf einem jeweils kleineren Gebiet und einer normalen Studienfolge, sofern die Grundwissenschaften dann zuerst erledigt werden, bevor ausgedehnte Fachstudien beginnen. Daß die Beschäftigung mit den Grundwissenschaften dann meist früher aufhört, ist richtig, aber kein Nachteil, wenn eine geeignete Prüfungsordnung dafür sorgt, daß das Studium derselben vorher mit der nötigen Intensität betrieben wurde.

b) Prüfungskommissionen: Sollen die Examina am Ort des Studiums und in der Hauptsache von den Dozenten der betreffenden Fächer abgehalten werden oder sollen Kommissionen ohne jeden unmittelbaren Zusammenhang mit der forstlichen Lehrstätte gebildet werden (bestehend aus Beamten, Lehrern anderer Unterrichtsanstalten 2c.)? Darüber ist viel und erst neuerdings wieder[34]) gestritten worden. Beide Systeme haben ihre Vorzüge und Nachteile.

Zu Gunsten der akademischen Lehrer als der berufenden Examinatoren spricht die vollständigste Beherrschung des Stoffes, Bekanntschaft zwischen Lehrer und Schüler (in Hinsicht auf Fleiß, Befähigung 2c. der letzteren und Lehrmethode, wissenschaftlichen Standpunkt 2c. der ersteren), Vertrautheit der Lehrer mit der ganzen Art und Auffassung der studierenden Jugend. Dagegen wird, wenn die Dozenten der betr. Lehranstalt prüfen, zu weitgehende Spezialisierung gefürchtet, sowie Einseitigkeit in wissenschaftlichen Fragen und parteiische Beurteilung der Leistungen, bezw. Beschränkung der Studienfreiheit. Sollten diese Mängel wirklich zu Tage treten, so dürften, wenn man nicht schon in der kollegialischen Behandlung seitens einer aus mehreren Mitgliedern bestehenden Kommission eine genügende Abhilfe erblicken wollte, einerseits die Abordnung eines Regierungskomissärs, andrerseits die Oeffentlichkeit der mündlichen Prüfungen ausreichende Gegenmittel sein. Insbesondere dürfte sich die durch die letztangedeutete Einrichtung ermöglichte Kontrole des interessierten Publikums allgemein empfehlen.

c) Zeit und Häufigkeit der Abhaltung: Wo Zwischenprüfungen (Vorexamina für die Grundwissenschaften 2c.) bestehen, würden dieselben vielleicht zweckmäßig je am Ende eines Semesters abgehalten, damit der Anfang der Vorlesungen im kommenden Semester und event. die Möglichkeit, in demselben eine andere Lehrstätte zu beziehen, nicht beeinträchtigt werde. Sodann wären die Prüfungen alle Halbjahre anzuberaumen, hauptsächlich in Rücksicht auf die besten, fleißigsten Studierenden, welche ihre Studien gerne etwas über das gewöhnliche Maß ausdehnen möchten, ohne gleich ein volles Jahr zuzusetzen. In beiden Punkten besteht keine Uebereinstimmung der in den einzelnen Staaten geltenden Normen.

d) Außerdem ist auch nicht überall jede Prüfung in eine schriftliche und mündliche geteilt; an einzelnen Orten wird nur mündlich examiniert; Zahl und Umfang der schriftlichen Fragen ist überaus verschieden.

§ 10. 6) Studienfreiheit:

Vollständige Freiheit in der Wahl des Studienortes besteht nirgends. Dieselbe ist, selbst wenn die Anschauungen eines Landes in dieser Beziehung die denkbar liberalsten sind, doch so lange mehr oder weniger beschränkt, als sich die Prüfungsbedingungen der einzelnen Länder nicht decken und nicht vollkommene Freizügigkeit in dem Sinne besteht, wie in Absicht z. B. auf Ausübung des ärztlichen Berufs in Zusammenhang mit der Ausbildung für denselben. Voraussetzung für eine an keine Landesgrenze gebundene Gleichberechtigung der geprüften Forstleute wäre überdies die einheitliche Organisation des forstlichen Unter-

34) Vergl. Ney, „Mängel der Einrichtung unseres jetzigen forstl. Unterrichts", Nachschrift dazu von Lorey, in der Allg. Forst- und J.-Zeitg. S. 409 von 1885 und S. 144 von 1886.

richtes, sowie eine, wenigstens hinsichtlich gewisser Grundfragen, einheitliche Organisation des Forstdienstes. Beides ist zurzeit nicht durchführbar, vielleicht nicht einmal erwünscht; die Eigenart des einzelnen Landes in forstlichen Dingen hat die vorerwähnte Beschränkung der Studienfreiheit zur naturgemäßen Folge, und es fragt sich nur, wie weit dieselbe geht. Wo der Besuch bestimmter Lehranstalten und damit die Einhaltung eines bestimmten Ganges der Ausbildung vorgeschrieben ist, erscheint dies als unzweideutiger Ausdruck der Ueberzeugung, daß die in den betreffenden Anstalten vertretenen Grundsätze die richtigsten, bezw. deren Durchführung die zweckentsprechendste sei. Gestattet man dagegen eine mehr oder weniger freie Wahl, so folgt daraus implicite entweder, daß man verschiedene Auffassungen in Bezug auf die Art, wie dem Forstmann die erforderliche Ausbildung gegeben werden soll, für zulässig (wenn auch nicht für gleichwertig) hält, oder daß man die aus dem Prinzip der Studienfreiheit fließenden Vorteile höher schätzt, als die Nachteile, die durch eine, vielleicht nicht als die unbedingt beste zu erachtende Wahl entstehen könnten. Das Korrektiv gegen solche schafft sich der einzelne Staat durch seine Prüfungen.

Aus den ad I gegebenen statistischen Daten ergiebt sich, daß in den deutschen Staaten, Oesterreich-Ungarn und der Schweiz — (diese Länder kommen hier allein in Betracht) — nur ausnahmsweise in gedachter Beziehung eine ganz bestimmte Forderung gestellt wird. Am weitesten geht in dieser Richtung das F ü r s t e n t u m L i p p e: nächstdem ist aber in B a y e r n eine verhältnismäßig sehr bindende Studienordnung vorgeschrieben, sofern nur die Verwendung eines einzigen Jahres (von den normalen 4 Jahren) dem Studierenden in freien Willen gestellt ist; und auch in Bezug auf dieses ist die Freiheit der Wahl dadurch beeinträchtigt, daß e i n Jahr kaum hinreicht, sich in München gehörig einzuarbeiten. — Von den Ländern, welche eigene forstliche Lehrstätten besitzen, hat wohl W ü r t t e m b e r g mit die freiesten Einrichtungen.

§ 11. 7) D o z e n t e n:

Die Zahl derselben sowie die Verteilung der Fächer ist an den verschiedenen Lehrstätten sehr verschieden.

a) G r u n d- u n d H i l f s w i s s e n s c h a f t e n: Für dieselbe sind an den isolierten Anstalten besondere Lehrer anzustellen, deren Zahl und Lehraufgabe sich einerseits nach dem Umfange der Kenntnisse richtet, welche von den Studierenden verlangt werden, und andrerseits nach den verfügbaren Mitteln. Die Beschränktheit der letzteren, auch wohl die Verneinung der Notwendigkeit eines besonderen Lehrers für jedes einzelne Fach, ab und zu auch die Scheu vor zu weitgehender Spezialisierung, wird nicht selten Anlaß, daß ein Dozent mehrere Gebiete (z. B. Zoologie und Botanik, Physik und Chemie, Chemie und Geologie 2c.) zu vertreten hat. Jedenfalls ist vollkommene Beherrschung der Materie Bedingung eines genügenden Erfolges in Lehre und Forschung.

An den Universitäten und technischen Hochschulen hören die studierenden Forstleute die betreffenden allgemeinen Vorlesungen, während die Anwendungen auf's Fach in der Hauptsache den forstlichen Dozenten überlassen bleiben. Daneben entwickeln sich als Ergänzung ganz von selbst eine Anzahl von Kollegien, welche (wie z. B. Pilzkrankheiten der Holzgewächse 2c.) speziell für die Forstleute bemessen sind.

b) F o r s t l i c h e L e h r e r: Auch in Bezug auf diese weisen die einzelnen Anstalten eine verschiedene Anzahl auf. Zwei solche sind als Minimum anzusehen, während deren 3, sofern sie nicht anderweit (durch Direktionsgeschäfte, gleichzeitige Revierverwaltung u. dergl.) in Anspruch genommen sind, die Gesamtlehraufgabe ohne Ueberanstrengung in je 1 Jahr bewältigen können und 4 spezifisch forstliche Lehrer wohl auch den weitestgehenden Ansprüchen an wissenschaftliche Thätigkeit zu genügen vermögen. Es finden sich z. B. 2 forstliche Professuren in Gießen und Karlsruhe, 3 in Tübingen und Zürich, 4 in München, 5 in Wien. An den preußischen Akademien sind sämtliche forstlichen Dozenten (als Direktoren, Oberförsterei-Verwalter, Versuchsleiter) zugleich Verwaltungsbeamte. In Tharand sind drei forstliche Lehrer, wovon einer ein Revier verwaltet, die beiden andern durch Direktion, bezw. Versuchswesen nebenher in Anspruch genommen sind. Die Verbindung der Revier-

verwaltung mit einem Lehrauftrag bringt den Dozenten zwar in ständige Beziehung zum Walde und erleichtert die Demonstrationen, Uebungen ꝛc., erfordert aber, auch wenn für Assistenten gesorgt ist, viel Zeit, welche der wissenschaftlichen Arbeit entzogen wird. Die enge Verbindung mit dem Walde läßt sich auch ohne Revierdienst erreichen und erhalten.

8) Lehrforste:

Einer Mehrzahl forstlicher Lehrstätten sind besondere Lehrforste zugewiesen, welche, wie ad 7 erwähnt wurde, zum Teil von Dozenten verwaltet werden. Auch ist bereits angedeutet worden, daß dadurch die thunlichst einfache, unbehinderte Einleitung und Durchführung aller Demonstrationen und Uebungen ermöglicht wird. Daraus folgt aber keineswegs die Notwendigkeit bestimmter sog. Lehrforste, welche unter direkter Einwirkung der Dozenten (Verwalter oder inspizierender Beamte) stehen. Bedingung für den Unterrichtserfolg ist, daß Wald von geeigneten, wirtschaftlichen Verhältnissen — (möglichste Mannigfaltigkeit in Bezug auf Holzart, Betriebsart, Standort, ꝛc. — alles in nicht zu geringer Ausdehnung, damit neben der Kenntnis der Einzelheiten auch ein Bild vom eigentlichen Betrieb im Großen erhalten werden kann) — überhaupt in der Umgebung vorhanden und jederzeit leicht erreichbar ist; daß derselbe ferner von Beamten bewirtschaftet wird, welche volles Verständnis und Interesse für die Zwecke und Aufgaben des forstlichen Unterrichts haben, sowie endlich, daß die Eigentumsverhältnisse die Vornahme von Arbeiten und Maßnahmen auch außerhalb des durch den laufenden Betrieb gezogenen Rahmens gestatten, damit möglichst vielseitige Operationen gezeigt und eine Anzahl dauernder Demonstrationsobjekte (betr. verschiedene Verjüngungsarten, Bestandeserziehung u. s. w.) geschaffen werden können. In dieser Beziehung ist Staatswald wohl meist am geeignetsten. Die nächstbeteiligte Behörde (Forstdirektion, Ministerium) muß den Unterricht schon durch Auswahl passender Beamten für die betreffenden Stellen, sodann durch entsprechende Instruierung derselben fördern. Letztere hat sich namentlich auch darauf zu erstrecken, daß dem Dozenten auf dessen Ersuchen die Wirtschaftsakten (Betriebspläne, periodische wie jährliche, ꝛc.) zugänglich sind, damit er über den laufenden Wirtschaftsbetrieb orientiert ist. Der Dozent seinerseits hat im Verkehr und Benehmen mit den Beamten das wünschenswerte Entgegenkommen zu zeigen und seine Demonstrationen möglichst an die Vornahmen des laufenden Betriebs anzuschließen. Sind aber diese Bedingungen (wie thatsächlich vielenorts) erfüllt, so unterliegt die gedeihliche Durchführung des praktischen Unterrichtes auch ohne besondere Lehrforste kaum einem Bedenken.

Eine sehr wesentliche Unterstützung dabei darf auch in der Verbindung des Versuchswesens mit dem forstlichen Unterrichte erblickt werden, weil gerade unter der Rubrik: „Einleitung von Versuchen" eine große Fülle auch für Unterrichtszwecke trefflich benutzbarer Objekte in der Umgebung der Lehrstätte hergerichtet werden kann.

Thatsächlich sind die drei deutschen Universitäten, an welchen sich forstlicher Unterricht befindet, ebenso wie die technische Hochschule zu Karlsruhe in Bezug auf Waldumgebung vortrefflich gelegen [35]). Keine dieser Anstalten hat eigene Lehrforsten; doch leidet der forstliche Unterricht darunter nicht. Die Verbindung von Lehramt und Revierverwaltung würde sich übrigens auch mit der Stellung eines Professors an einer Hochschule nicht vertragen.

§ 12. 9) Vorgesetzte Behörde:

Der forstliche Unterricht ressortiert entweder von dem Finanzministerium oder von der obersten Behörde des Landes für Unterrichts-Angelegenheiten, oder vom Ackerbau-Ministerium, oder es besteht, wie in Preußen, ein besonderes Ministerium für Landwirtschaft, Domänen und Forsten, welchem das forstliche Unterrichtswesen unterstellt ist. Ab und zu findet sich ein Zusammenwirken verschiedener Behörden je nach den einzelnen Richtungen, in welche sich die Gesamtheit des Unterrichts spaltet (Budget, Vorträge, Exkursionen ꝛc.). Wenn der forstliche Unterricht mit der Forstverwaltung des Landes in engster Verbindung

35) Siehe ad I.

steht, kann den für die Ausbildung der Forstleute zu treffenden Einrichtungen am leichtesten die für die spätere dienstliche Thätigkeit zweckmäßigste Gestalt gegeben werden, weil in den meisten einzelnen Fällen, wie z. B. Schaffung von Lehrstellen, Einrichtung von Sammlungen, Vornahme von Demonstrationen ꝛc. die Eröterung der Bedürfnisfrage ohne Weitläufigkeiten erfolgen wird. Dagegen bietet die Zuteilung des forstlichen Unterrichts zu dem Geschäftskreis derjenigen Behörde, welche allgemein die Interessen des Unterrichts zu vertreten hat, und damit die Loslösung von den in den forstdienstlichen Verhältnissen des Landes ausgeprägten Anschauungen doch wohl die größere Garantie für Freiheit der Lehre und für gleichartige Behandlung der, jeder wissenschaftlichen Ausbildung gemeinsamen Momente. Die Vereinigung des forstlichen Unterrichts mit einer bestehenden Hochschule gestattet in Bezug auf das Ressort-Verhältnis keine Wahl mehr.

10) Kosten:

Eine spezielle Vergleichung des Etats der einzelnen forstlichen Lehrstätten ist nur ganz im allgemeinen möglich, da die Einzelrubriken, welche bestimmte Kosten verursachen, an den verschiedenen Orten nicht entfernt übereinstimmen, und einerseits in den bezüglichen Zahlen oft Positionen enthalten sind, welche nicht eigentlich dem Unterrichte zur Last fallen (z. B. Verbindung mit dem Versuchswesen), andrerseits wieder gewisse Kosten nicht zum gesonderten Ausdruck kommen (z. B. an Universitäten der auf den forstlichen Unterricht entfallende Theil der allgemeinen Verwaltung, des Rektorats, der Kanzlei ꝛc.). Immerhin dürfte es kaum zweifelhaft sein, daß der auf isolierten Forstakademien erteilte Unterricht größere Kosten verursacht als die Einfügung des forstlichen Unterrichtes in den Organismus einer größeren Anstalt (Universität, technische Hochschule ꝛc.)[36]).

2. Praktische Ausbildung.

§ 13. Die mehrfach erwähnte Mannigfaltigkeit der Bahnen, in welchen sich die Ausbildung der jungen Forstleute bewegt, dürfte aus den vorstehend gepflogenen Erörterungen über den theoretischen Teil derselben zur Genüge erkennbar sein. Aber es ist nicht blos dieser, welcher für teilweise recht weitgehende Verschiedenheit der Ansichten den Beweis liefert, sondern es zeigt auch die nach Darlegung des erforderlichen Umfangs theoretischer Kenntnisse eintretende praktische Vorbildung für den Beruf keineswegs übereinstimmende Einrichtungen, wenn auch die in dieser Hinsicht zu findenden Modifikationen naturgemäß nicht so beträchtlich von einander abweichen. Entscheidend sind dabei die Anforderungen des Dienstes. Für diesen muß nunmehr — durch Ueberleitung des theoretischen Wissens in das Können im Walde und durch das Bekanntwerden mit allen Details der Wirtschaft in demselben und der auf letztere Bezug habenden Einrichtungen — die unmittelbare Vorbereitung erfolgen. Daß dazu nur eine in der Bethätigung bei den verschiedenen Branchen des Forstdienstes (Direktion, Forstamt, Revierverwaltung, im Bureau und im Wald) bestehende Praxis geeignet erscheint, liegt auf der Hand, und zwar dürfte der leitende Gesichtspunkt dabei vornehmlich durch die Erwägung gewonnen werden, daß jeder junge Forstmann zunächst für die Verwaltung eines Reviers (also für den Oberförstersdienst) qualifiziert sein muß, daß also die praktische Durchbildung in erster Linie alles hiefür Erforderliche zu leisten hat, soweit es sich um das nötige Verständnis wirtschaftlicher Maßnahmen und den Formalismus der Dienstführung handelt. Die Umsicht, Uebung und Gewandtheit, welche den gewiegten Praktiker ausmachen, wird erst später durch den Dienst selbst erlangt.

In den verschiedenen deutschen Ländern bestehen bezüglich der praktischen Ausbildung (kurz zusammengefaßt) folgende Vorschriften[37]):

---

36) cfr. insbesondere das ad 7, a Gesagte, sowie die bezüglichen Erörterungen in C.
37) Wo nichts besonderes bemerkt ist, wird das Freiwilligenjahr nicht eingerechnet.

1) Preußen: Dauer mindestens 2 Jahre, von welchen einmal 6 Monate (Dezember bis Mai) auf im Zusammenhang zu versehenden Försterdienst unter eigener Verantwortung des Forstreferendärs, sodann 5 Monate auf Führung der Verwaltung unter Leitung, Kontrole und Verantwortlichkeit des Oberförsters entfallen; ferner sollen 4 Monate für Forsteinrichtungsarbeiten und der Rest zum Besuch verschiedener Reviere mit von einander abweichenden wirtschaftlichen Verhältnissen verwendet werden. Während dieses Bienniums ist ein genaues Tagebuch zu führen. — 2) Bayern: Hier ist 3jährige Praxis vorgeschrieben, davon sind die ersten 15 Monate (sog. Vorbereitungspraxis) auf dem nämlichen Revier zu verbringen. Die geeigneten Reviere sind vorausbestimmt; nicht mehr als 3 Praktikanten sind an einem Orte zulässig. Von den 1¾ Jahren, welche außerdem verfügbar sind (allgemeine Vorbereitungspraxis), sollen wieder 6 Monate auf dem nämlichen Reviere (aber einem andern als bei der besonderen Vorbereitungspraxis) verbracht werden; die übrige Zeit wird zum Besuch anderer Reviere event. zu forstlichen Reisen verwendet werden. Zeichnen von Wirtschaftskarte und Situationsplan, Fertigung einer Revierbeschreibung, Forsteinrichtung über mindestens 150 ha, Behandlung von Ankaufs-, Tausch- und Ablösungs-Projekten ist verlangt. — 3) Sachsen: 3jährige praktische Ausbildung (incl. Freiwilligenjahr) ist Bedingung. — 4) Württemberg: Es ist 1 Dienstprobejahr beim Forstamt, Revieramt und der Forstdirektion zu verbringen. — 5) Baden: Die praktische Ausbildung dauert 2 Jahre, welche auf einer oder mehreren Bezirksforsteien zu absolvieren sind; Bestimmung des Ortes durch die Domänendirektion (unter Berücksichtigung der Wünsche des Praktikanten). — 6) Hessen: 2jährige Praxis, wovon 1 Jahr Acceß bei der Direktivbehörde (insbesondere beim Forst-Vermessungs- und Taxationsbureau) und 1 Jahr praktischer Kurs bei einer Oberförsterei. — 7) Mecklenburg-Schwerin: 2jährige Praxis bei einem Revierförster. — 8) S.-Weimar: 3-4jähriger Vorbereitungsdienst. — 11) Braunschweig: Nach 2—6jähriger Dienstzeit wird das „Beförderungs-Examen" gemacht. — 12, 13) S.-Meiningen und S.-Altenburg haben 4jährigen Vorbereitungsdienst. — 15) Anhalt mindestens 2 Jahre, desgleichen 16) Schwarzburg-Sondershausen, wogegen in 17) Schwarzburg-Rudolstadt die zweite Prüfung erst nach 5 Jahren zu bestehen ist. — 18) Waldeck: mindestens 1½jähriger praktischer Kurs. — 20) Reuß j. L.: 3 Jahre (incl. Freiwilligenjahr). — 22) Fürstentum Lippe: 2 Jahre. — 23) Elsaß-Lothringen: 2 Jahre.

Die in außerdeutschen Ländern bestehenden Spezialbestimmungen mögen hier übergangen werden.

Aus vorstehender Darstellung ergiebt sich, daß Württemberg an die praktische Vorbildung seiner jungen Forstleute zurzeit die weitaus geringsten Anforderungen stellt, zumal gewöhnlich der größere Teil des betr. Jahres auf der Forstamtskanzlei verbracht wird.

Da die demnächst zu absolvierende Schlußprüfung, wie oben schon angedeutet wurde, nicht die Aufgabe haben kann, das vollendete praktische Können zu bekunden, sondern sich mit dem Nachweis einer sachgemäßen Einführung in alle Beziehungen des praktischen Dienstes begnügen muß, so dürfte eine Zeit von 2, höchstens 3 Jahren hinreichend sein, um — richtig ausgenützt — dem Praktikanten das erforderliche Verständnis zu vermitteln. Jedenfalls aber sollte diesem überaus wichtigen Teile der Vorbereitung für den Forstdienst eine möglichst weitgehende Aufmerksamkeit und Sorgfalt gewidmet und insbesondere bei der Auswahl der Lehrherren mit aller Vorsicht verfahren werden. Letzteren muß die zweckentsprechende Unterweisung der Praktikanten stets als ein Teil ihrer dienstlichen Obliegenheiten erscheinen, welchem hervorragende Bedeutung zukommt.

Der Erfolg der praktischen Ausbildung muß fast überall durch die mehrerwähnte besondere Prüfung dargethan werden, welche in den einzelnen Ländern verschiedene Namen führt (Oberförsterexamen, Staatsexamen, zweite forstliche Dienstprüfung, Anstellungsprüfung rc.) und, ebenso wie die theoretische Prüfung, in verschiedener Weise eingerichtet ist, sowohl was die Zusammensetzung der Kommissionen — (für diese Prüfung naturgemäß zumeist Praktiker) —, als auch Ort, Zeit, Häufigkeit, Art der Abhaltung und Beurteilung betrifft. In der Regel bilden selbständige Bearbeitungen umfassenderer forstlicher Aufgaben einen wesentlichen Bestandteil der Prüfung.

C. Geschichtliche Entwickelung des forstlichen Unterrichts in Deutschland[38]).

I. Erste Anfänge eines forstlichen Unterrichts. Zeit der Meisterschulen.

§ 14. Will man die Unterweisung in der einfachen Vornahme des praktischen Forstbetriebes und in der Jägerei schon als „forstlichen Unterricht" bezeichnen, so liegen die Anfänge desselben weit zurück. Ebensowohl die Ausübung der Jagd, wie alles, was in Absicht auf Waldwirtschaft geschah, mußte in einer Zeit, da noch keine Forstlitteratur bestand, welche die Uebermittelung forstlichen Wissens wenigstens zum Teil hätte übernehmen können, von solchen, welche darin bereits kundig waren, erlernt werden: man begab sich zu einem geeigneten Lehrherrn, verbrachte bei demselben eine bestimmte Lehrzeit und erhielt schließlich seinen Lehrbrief als Beleg für genügenden Erfolg. So lange die Jägerei den Vorrang vor der Forstwirtschaft behauptete, bereitete die Wahl eines tüchtigen „Lehrprinzen" keine besondere Schwierigkeit; es gab gute Jäger überall in genügender Anzahl. Dagegen wurde die Wahl immer kritischer, je mehr rein forstliche Maßnahmen, Arbeiten der Waldverjüngung, Waldpflege, Forstbenutzung u. s. w. in den Vordergrund traten, und je mehr man insbesondere erkannte, daß die reine Empirie der „holzgerechten Jäger" nicht ausreichte, um die Wirtschaft im Walde in einer den allmählig gesteigerten Anforderungen entsprechenden Weise zu leiten. Ein anfänglich wenig merkbarer, bald aber schärfer hervortretender Widerstreit der Interessen von Jagd und Wald mußte sich mit der Zeit entwickeln; die Zahl genügend vorgebildeter, guter forstlicher Lehrherrn war eine nicht große, und diejenigen unter ihnen, welche sich durch weitergehende Kenntnisse, sowie besondere Lehrbefähigung hervorthaten, wurden von einer größeren Anzahl von Lehrlingen aufgesucht. Aus dieser Vereinigung einer Mehrzahl von Praktikanten um einen Lehrherrn entwickelten sich als erste forstliche Lehrstätten die sog. Meisterschulen. Es lag in der Natur der Sache, daß früher kein systematischer, theoretischer Unterricht erteilt wurde, sondern alle Unterweisung sich zunächst den laufenden Arbeiten des Wirtschaftsbetriebes anlehnte, welche gezeigt und erlernt und soweit möglich erläutert wurden. Der Fortschritt zu förmlichen Lehrvorträgen vollzog sich übrigens ziemlich rasch; doch blieb die Demonstration im Walde vorerst noch der wichtigere Teil des Unterrichts. Immerhin war die eigentliche Schule erst durch systematisch geordnete Darstellung der waldwirtschaftlichen Regeln geschaffen; von einer wissenschaftlichen Begründung der letzteren wurde freilich zunächst meist abgesehen.

Man darf in den Meisterschulen gewissermaßen einen Akt der Selbsthilfe erblicken, durch welchen sich die Waldwirtschaft zu der ihr gebührenden Entwickelung emporzuarbeiten trachtete, nachdem ihr, wenigstens bis gegen das Ende des vorigen Jahrhunderts, die nötige Anregung und Unterstützung von außen versagt war. Die meisten hohen Herren schätzten im Forstbeamten in erster Linie den für ihr Vergnügen besorgten Jäger, alles andere Interesse am Wald trat zurück. Der Staat ergieng sich in teilweise weitgehenden, tief eingreifenden Polizeimaßregeln, durch welche die Erhaltung des Waldes bezweckt wurde; auch bei ihm fehlte noch das Verständnis für eine sachgemäße freiere Entwicklung der Waldwirtschaft. Man könnte fragen, weshalb nicht von den Zentren der Wissenschaft, den schon lange in hoher Blüte stehenden Universitäten aus das Bestreben ausgieng, die im Walde schlummernden, unzweifelhaft hochinteressanten Probleme zu finden und zu behandeln? Aber „was sollte, — wie Bernhardt sich ausdrückt[39]) — die Knechtesarbeit der Holzhauer

38) Vergl. die eingangs angeführten Werke; ferner: Heß: Lebensbilder hervorragender Forstmänner. — Pfeil: krit. Blätter V, I. S. 32. — Ders., Forstgeschichte S. 215 ff. — Monatschrift für das württemb. Forstwesen V, 1854. S. 10—25. — Fraas: Geschichte der Landbau- und Forstwissenschaft S. 549 ff. — Denkschrift betr den forstl. Unterricht in Bayern (1877), S. 63 ff.
39) A. a. O. II, S. 164.

und Kohlenbrenner in den Hörsälen der Wissenschaft?" Die Zeit war noch lange nicht gekommen für die Einfügung einer Forstwissenschaft in den Organismus unserer Hochschulen. Um letzteres zu ermöglichen, müssen gewisse Vorbedingungen gefordert werden, deren Erfüllung erst die letzten Jahrzehnte gebracht haben [40]). Durch eigene Kraft also wurden die ersten Anfänge zu späterer energischer Weiterbildung geschaffen; aber damals hing aller Erfolg ab von der Person des einen Mannes, um den sich die Schüler geschaart hatten; es bedurfte noch einer längeren Zeit des Ringens, ehe allseits durch das Eingreifen des Staates für die Entwickelung des forstlichen Unterrichts ein sicherer Boden gewonnen wurde.

Die erste Meisterschule wurde im Jahre 1767 durch Hans Dietrich von Zanthier [41]) zu Ilsenburg gegründet; dieselbe bestand daselbst bis zu v. Zanthiers Tod 1778. Was am Vormittage gelehrt worden war, wurde nachmittags im Walde demonstriert.

Infolge der durch v. Zanthiers Vorgehen gegebenen Anregung entstanden gegen Ende des 18. Jahrh. noch einige andere Meisterschulen, so eine zu Rothenhaus in Böhmen durch Ignatz Johann Ehrenwerth [42]), einen Schüler v. Zanthiers, gegründet, eine andere durch Julius Heinrich von Uslar [43]) (1790 zu Herzberg am Harz). Die im Jahre 1778 eingegangene Schule von Zanthiers versuchte Forstinspektor Haase 1780 zu Lauterberg am Harz neu ins Leben zu rufen, jedoch ohne dauernden Erfolg.

II. Privatforstinstitute. Erster staatlicher Unterricht. Forstliche Mittelschulen.

§ 15. Es ist nicht leicht, zwischen der Meisterschule und den Forstlehranstalten, wie sie demnächst durch Private ins Leben gerufen wurden, eine scharfe Grenze zu ziehen. Manche dieser Institute sind anfänglich wohl reine Meisterschulen gewesen. Der Uebergang wurde vermittelt durch die allmählige Erweiterung der zusammenhängenden Vorträge, durch die Versuche einer tieferen wissenschaftlichen Begründung forstlicher Lehren, wodurch insbesondere das Heranziehen weiterer Lehrkräfte neben dem eigentlichen forstlichen Leiter des Instituts notwendig wurde. Dadurch wurde dem Letzteren zwar ein kleiner Teil der Verantwortlichkeit abgenommen, bezw. es war nicht mehr der gesamte Unterrichtserfolg von seiner Person abhängig, aber in der Hauptsache war doch die leitende Persönlichkeit auch dann noch allein entscheidend für das Blühen und Gedeihen der Anstalt.

Es mögen hier genannt werden: das Institut Bechsteins [44]) auf der Kemnote zu Waltershausen bei Gotha (1795), dasjenige G. L. Hartigs [45]) zu Hungen in der Wetterau (Hessen) 1791, Heinrich Cottas [46]) in Zillbach (S.-Weimar) 1785, dasjenige von Drais [47]) in Gernsbach (1795), von Ernst Friedrich Hartig [48]) zu Fulda (1808), von Philipp Engel von Klipstein [49]) zu Hohensolms, später Lich (ca. 1800) u. s. w.

Wie eng alle diese Anstalten mit der Person ihres Gründers verknüpft waren, geht schon daraus hervor, daß sie mit demselben von Ort zu Ort zogen, falls ihn eine dienstliche Versetzung (Beförderung, Berufung) zum Wandern veranlaßte. So kam z. B. das Institut G. L. Hartigs in 1797 mit demselben nach Dillenburg, 1807 nach Stuttgart; Cottas Institut siedelte 1811 nach Tharand über, Drais nahm das seinige mit nach Pforzheim, Schwetzingen und Freiburg u. s. w.

Mitten hinein in die private Thätigkeit hervorragend begabter Forstmänner, die, wie

40) Vergl. S. 119.
41) Vergl. Heß, „Lebensbilder hervorragender Forstmänner" S. 424.
42) Heß, „Lebensbilder" S. 76.
43) Heß, „Lebensbilder" S. 381.
44) das. S. 6.
45) das. S. 133.
46) das. S. 53.
47) das. S. 69.
48) das. S. 130.
49) das. S. 184.

G. L. Hartig und Cotta, ihre Bildung in den Grund- und Hilfsfächern zum Teil schon dem Besuch von Universitäten[50]) verdankten, fallen die Anfänge eines staatlichen Forstunterrichtes.

Der erste Schritt in dieser Richtung geschah in Preußen[51]), indem (auf Veranlassung des Ministers von Hagen) schon im Jahre 1770, also unter Friedrich dem Großen, der bei dem militärärztlichen Institut zu Berlin angestellte Professor der Botanik Gleditsch[52]) beauftragt wurde, auch für Feldjäger und andere junge Forstleute botanische Vorlesungen zu halten. Dieselben wurden zugleich von Bergeleven und Apothekern besucht. Diese ursprünglich nur botanischen Vorlesungen ergänzte man nach und nach durch forstlichen Unterricht; es fehlte aber offenbar an der notwendigen Unterweisung im Walde, so daß sich die preußische Regierung veranlaßt sah, anfänglich junge Leute behufs ihrer praktischen Ausbildung zu Zanthier nach Ilsenburg zu schicken, später aber als Ergänzung des Berliner Unterrichtes einen besonderen praktischen Kurs durch die Meisterschule von Burgsdorf's[53]) zu Tegel anordnete. Letzterer trat nach Gleditsch's (in 1786 erfolgtem) Tode 1787 an die Spitze der Schule und siedelte nach Berlin über. Als charakteristischer Beleg für Geist und Umfang des Unterrichts mag Burgdorffs 1788 (1. Teil) und 1796 (2. Teil) erschienenes „Forsthandbuch“ angesehen werden: unter den Grundwissenschaften steht die Botanik bei weitem voran; ihr gegenüber erscheinen auch die gesamten forstlichen Fächer über Gebühr verkürzt. Die Berliner Forstschule war eine für die Betriebsförster zugeschnittene Mittelschule. Sie bestand bis 1802.

Nächst Preußen tritt namentlich Württemberg[54]) in den Vordergrund. Herzog Karl errichtete 1772 an seiner Militärakademie auf der Solitude eine Forstschule. Die Akademie wurde 1775 nach Stuttgart verlegt und 1781 in die „Hohe Karlsschule“ umgewandelt. Unter den 6 Fakultäten derselben befand sich eine für Oekonomie, welche in die 3 Klassen für Kameralisten, für Forstleute, für Kaufleute zerfiel. Die Forstschule war eine Hochschule mit 2jährigem Kursus für die Theorie der Forstwissenschaften (in der damals möglichen Ausdehnung und Begründung): Lehrer: Stahl[55]), dann (von 1790 an) von Hartmann[56]). Nebenher wurde von Herzog Karl 1783 in der sog. „berittenen Jägergarde“ noch ein weiteres forstliches Institut begründet, welches zu Hohenheim seinen Sitz hatte. Dasselbe war eine forstliche Mittelschule, die Lehrer waren Forstrat von Reiter und Oberforstrat von Jäger. Die Anstalt wurde 1793 mit dem Tode des Herzogs aufgehoben, worauf im Februar 1794 auch die Aufhebung der Hohen Karlsschule folgte.

Aehnlich der Hohenheimer Försterschule entstand im Jahre 1785 eine dänische Jägerschule zu Kiel; der Unterricht begann 1786. In der Forstwissenschaft unterrichtete das Jägerkorps zuerst Oberforstmeister von Warnstedt, später der Professor und Etatsrat Niemann. Nach Aufhebung des holsteinischen Feldjägerkorps 1807 zur selbständigen Landesanstalt erhoben bestand die Schule bis 1834.

Auch in Baiern brachte das Ende des vorigen Jahrhunderts die Anfänge des forstlichen Unterrichtes und zwar sollte, als eine Folge der 1786 beschlossenen Reorganisation der Forstverwaltung, eine Försterschule errichtet werden, für welche ein auf 4jähriges

50) Interessant ist, daß schon Joh. Jak. Büchting, obwohl noch mitten in der Zeit der holzgerechten Jäger stehend, 1752 zum Zweck des Studiums der Naturwissenschaften und Mathematik die Universität Halle bezog.

51) Vergl. Bernhardt a. a. O. II, S. 167 ff.

52) Heß, „Lebensbilder“ S. 106.

53) das. S. 44.

54) Vergl. Bernhardt a. a. O. II, S. 171 ff., sowie Hauptfinanzetat des Königr. Württemberg 1881/83, Beilage I zum Etat des Kultdepartements S. 500 ff. „Ueber die Verlegung des forstl. Unterrichtes nach Tübingen“.

55) Heß, „Lebensbilder“ S. 358.

56) das. S. 142.

Studium bemessener Plan entworfen wurde. Kam derselbe auch in dieser Ausdehnung nicht zur Durchführung, so wurde doch in 1790 zu München eine Schule eröffnet, welche aber 1803 anläßlich der neuen Forstorganisation wieder aufgelöst wurde. Lehrer waren in München Gg. Anton Däzel[57]) und Gg. Grünberger[58]).

Ueberblickt man alles, was seitens einzelner Staaten auf dem Gebiete des forstlichen Unterrichtes, soweit es sich um besondere forstliche Lehrstätten handelt, im 18. Jahrhundert geschehen ist, so muß man zugeben, daß man im großen und ganzen über ziemlich bescheidene Anfänge nicht hinausgekommen ist, und daß das neue Jahrhundert fast nirgends eine staatliche Forstlehranstalt in wirklich gedeihlicher Entfaltung antraf; im Gegenteil auch jene Anfänge waren — wohl mit infolge der äußeren politischen Verhältnisse — zum Teil wieder verwischt.

Dagegen muß hier einer besonderen Art forstlichen Unterrichts Erwähnung gethan werden, wie er sich in der zweiten Hälfte des 18. Jahrhunderts an vielen Universitäten herausgebildet und teilweise bis ziemlich weit in unser Jahrhundert erhalten hat. Derselbe wurde von Kameralisten erteilt. Er entsprang nicht sowohl direkt dem Interesse für den Wald, dem Bedürfnis einer Hebung und Weiterbildung der Waldwirtschaft durch Vermittelung besser unterrichteter Forstbeamten, als vielmehr dem zunächst rein materiellen Bestreben, die Steuerkraft, die zu einem großen Teile aus den Waldungen fließenden Einkünfte des Staates und der Fürsten zu heben. Dies war die Triebfeder, welche höhere rechts- und staatswissenschaftlich gebildete Beamte veranlaßte, für die, jeder besseren Ausbildung entbehrenden Jäger und Forstleute Instruktionen zu verfassen, Kompendien der Forstwirtschaft zu schreiben. Es galt überdies auch, diejenigen, welche sich der höheren Verwaltungslaufbahn widmeten und eventuell in ihrer späteren Stellung mit der Waldwirtschaft in Berührung kamen, mit einem wenigstens enzyklopädischen forstlichen Wissen auszurüsten. Tüchtige, beratende Forsttechniker für die einzelnen Behörden waren in genügender Anzahl nicht vorhanden; so mußten Verwaltungsbeamte in die Lücke treten.

Aus derartigen Erwägungen heraus entstand schon 1757 Mosers[59]) in systematischer Hinsicht höchst schätzenswertes Werk „Grundsätze der Forstökonomie". Ueberhaupt muß den Kameralisten nachgerühmt werden, daß sie es, unterstützt durch tüchtige formale Geistesschulung, vielfach verstanden haben, durch systematische Behandlung der Materie der Forstwirtschaft einen wirklichen Dienst zu leisten, während dieselbe eine materielle Förderung durch sie im allgemeinen nicht erfuhr und auch nicht erfahren konnte, schon weil ihnen dazu die nötigen Kenntnisse in den Grundwissenschaften fehlten. In den forstlichen Schriften der Kameralisten finden sich in Absicht auf naturwissenschaftliche Fragen teilweise sehr wunderliche Dinge. Als Beamte, welche in dem angedeuteten Sinne thätig waren, sind nächst Moser zu nennen: Stahl (cfr. oben das über die „Karlsschule" Gesagte), Cramer (braunschweig-lüneburgischer Kammerrat), von Brocke (braunschweig-lüneburgischer Regierungsrat) u. a. m.

Die gleichen Bestrebungen fanden ihre Vertretung ganz naturgemäß auch durch Universitätslehrer, derart, daß bald fast an allen deutschen Universitäten auch forstliche Vorlesungen gehalten wurden, welche jedoch zunächst nicht für die Forstleute bestimmt waren. So wirkte Leonhardi in Leipzig, Laurenz Joh. Daniel Suckow in Jena, Johann Beckmann von 1770 ab als ord. Professor in Göttingen, Dr. Joh. Heinr. Jung gen. Stilling in Kaiserslautern, Heidelberg und Marburg, Dr. Joh. Jak. Trunk in Freiburg[60]), Medicus in Heidelberg, desgl. Gatterer, Dr. Friedr. Ludwig Walther in Gießen[61]).

57) Heß, „Lebensbilder" S. 58.
58) das. S. 113.
59) das. S. 244.
60) Derselbe hat auch für Forstleute vorgetragen, welchen sogar der Besuch seiner Vorträge vorgeschrieben war.
61) Alle bezüglichen Data sind aus Heß „Lebensbilder" zu ersehen.

III. Die erste Hälfte des 19ten Jahrhunderts.

§ 16. Unserem Jahrhundert blieb die dauernde staatliche Organisation des forstlichen Unterrichts vorbehalten, welche erfolgte, nachdem die durch die gewaltigen Kämpfe zu anfang dieses Zeitraumes überall hervorgerufene Unruhe und Unsicherheit aller Verhältnisse überwunden und damit für eine stetige Entwickelung auf allen Gebieten der Wirtschaft und Wissenschaft die Grundbedingung hergestellt war. Zwar bestanden, wie ad II angegeben wurde, eine Reihe von Meisterschulen, Privatforstinstituten und forstlichen Mittelschulen; aber die Mittel, über welche dieselben verfügten, konnten nicht ausreichen, um diejenige umfängliche Arbeit sicher zu stellen, welche geleistet werden mußte, wenn der Forstwirtschaft eine allseitige wissenschaftliche Begründung gegeben werden sollte. Die allmälig überall erkennbare höhere Wertschätzung forstmännischer Thätigkeit knüpfte sich zum Teil an das Wirken einzelner hervorragender Persönlichkeiten, zum Teil war sie durch die allgemeinen wirtschaftlichen Verhältnisse und Bestrebungen bedingt: jedenfalls aber bildete ein auf weitere Kreise ausgedehntes Interesse für die bis dahin nicht genügend kultivierten Gebiete technischen Wissens und Könnens die notwendige Unterlage, auf der demnächst u. a. auch ein fest organisierter forstlicher Unterricht erstehen konnte.

a) Von 1800—1825.

Preußen: G. L. Hartigs oben erwähnte Schule war im Jahre 1797 mit ihrem Gründer nach Dillenburg übergesiedelt, wo sie durch Zuziehung von Lehrern für Grund- und Hilfswissenschaften auf den Stand einer Mittelschule gebracht wurde. Mit der Gründung des Großherzogtums Berg hörte sie auf, da Hartig nicht in den Dienst Napoleons treten wollte. Er folgte 1806 einer Berufung nach Stuttgart, wo er von 1807 ab auch wieder sein Forstlehrinstitut ins Leben rief. Als er dann 1811 nach Berlin übergezogen war, hielt er, neben seiner Thätigkeit im Verwaltungsdienst, auch forstliche Vorlesungen an der Universität. Durch Kabinetsordre vom 12. Februar 1820 wurde in Verbindung mit der Universität Berlin eine Forstakademie begründet, welche 1821 eröffnet wurde. Als Lehrer wurde Pfeil berufen[62]).

In Württemberg wurde im Jahre 1817 an der Universität Tübingen die staatswirtschaftliche Fakultät errichtet, deren Gebiet auch Land- und Forstwirtschaft umfaßte. Letztere war von 1818 an durch den von Hersfeld berufenen Hundeshagen[63]) vertreten, welcher bis 1821 daselbst als ordentlicher Professor wirkte. Auf ihn folgte Widenmann. In Tübingen also wurde für Württemberg der höhere forstliche Unterricht erteilt. Nebenher entstand (auf Grund des Edikts vom 7. Juni 1818) zu Stuttgart eine niedere Forstschule (in Verbindung mit der Feldjäger-Schwadron); 1820 wurde diese Forstschule mit dem 1818 gegründeten landwirtschaftlichen Institut zu Hohenheim in Verbindung gebracht. Dann aber wurde durch Dekret vom 7. Oktober 1825 der forstliche und landwirtschaftliche Unterricht zu Tübingen auf eine enzyklopädische Behandlung beschränkt und der spezielle forstliche Unterricht dem Institut Hohenheim überwiesen. Zeitter war daselbst der forstliche Lehrer.

Sachsen: Cottas Forstinstitut, das sich schon seit 1795 landesherrlicher Unterstützung zu erfreuen hatte, wurde, als Cotta 1811 nach Tharand berufen worden war, von Zillbach dahin übergeführt, wo es sich mehr und mehr aus den engeren Grenzen der Mittelschule herausarbeitete. 1816 wurde es zur Staatsanstalt und zur forstlichen Akademie erhoben.

---

62) Vergl. Heß, „Lebensbilder" S. 269 ff. Pfeils Ansichten über forstl. Unterricht finden sich u. a. in einer 1820 erschienenen Broschüre desselben: „Ueber forstwissenschaftliche Bildung und Unterricht im allgemeinen, mit besonderer Anwendung auf den preuß. Staat rc."

63) Vergl. Heß, „Lebensbilder" S 164.

Bayern[64]: Der Anfang des Jahrhunderts brachte einige Privatinstitute, wie zu Schwarzenburg (1800), Eichstätt (1804), Aschaffenburg (1807). Die meisten derselben bestanden nur kurze Zeit. Dasjenige zu Aschaffenburg entwickelte sich allmählig zur Staatsforstschule, war jedoch (auch nach der, gegen den Rat der technischen Behörden, nur aus politischen Gründen unternommenen Reorganisation von 1820) nur forstliche Mittelschule. Außerdem war, nachdem der forstliche Unterricht zu München 1803 aufgehoben worden war, seitens des Staates eine Forstschule in Weihenstephan bei Freising errichtet worden, die aber, obwohl mit Lehrkräften (Däzel, Maier, Dillis ꝛc.) und Mitteln gut ausgestattet, vornehmlich wegen mangelhafter Vorbildung der Schüler, nicht prosperierte. Für den niederen Forstdienst waren 2, für den höheren 3 Jahre als Studienzeit vorgesehen. Im Jahre 1806 wurden für den höheren Forstdienst wieder Kollegien an der Landesuniversität (Däzel kam als Professor nach Landshut, mit der dortigen Universität später nach München) eingerichtet. Ein Gutachten der General-Forstadministration von 1817 hebt zu Gunsten der Universitäten den Vorteil der allgemeinen höheren wissenschaftlichen Bildung hervor[65].

Hessen: In Gießen lehrte bis 1824 Walther (siehe II, S. 116).

Thüringen: a) Bechsteins in Kemnote begründete Anstalt bestand nur kurze Zeit; ein neues Institut schuf derselbe 1801 in Dreißigacker (Meiningen), welches 1803 Staatsanstalt wurde; neben Bechstein lehrte daselbst u. a. Hoßfeld[66]. 1818 wurde die Anstalt zu einer „Forst- und landwirtschaftlichen Akademie" erweitert. In Dreißigacker kam sozusagen das Prinzip der isolierten Forstlehranstalt zuerst zur Verkörperung. — b) in Ruhla (Weimar) entstand unter König[67] um 1809 eine Schule, welche allmählig zum Forstinstitut erweitert wurde.

Kurhessen: Nachdem die 1798 begründete Anstalt zu Waldau (bei Kassel) 1815 aufgehoben war, wurde eine neue zu Fulda 1816 begründet, welcher Ernst Friedrich Hartig und später Hundeshagen vorstanden.

Baden: In Karlsruhe begründete 1809 Laurop[68] ein Forstinstitut, welches bis 1820 bestand.

Hannover: Hier bestand seit 1821 eine Forstschule zu Klausthal.

Im großen und ganzen bieten die Verhältnisse des forstlichen Unterrichtes im ersten Viertel des 19. Jahrhunderts noch ein recht unerquickliches Bild: eine Zeit des Ueberganges, zum Teil noch ohne festes Prinzip, vielfach bedingt durch mehr zufällige, von Einzelnen ausgehende Anregung, teilweise in allerdings richtiger Voraussicht dessen, was später kommen mußte, über das durch die gegebenen Verhältnisse begrenzte Ziel hinausschießend, aber doch getragen von der Ueberzeugung, daß seitens des Staates ernstlich vorgegangen werden müsse, — so ungefähr läßt sich die Gesamtheit einschlägiger Erscheinungen beurteilen.

b) Von 1825—1850.

§ 17. In diesem Zeitraum trat größere Stetigkeit ein, indem sich, obwohl durch langes Abmühen und Kämpfen, die Verhältnisse im allgemeinen so herausbildeten, wie sie bis in die neuere und neueste Zeit bestanden haben. Die noch da und dort vorhandenen Privatforstinstitute verschwanden, bezw. wurden in Staatsanstalten umgewandelt, und alle Weiterentwickelung charakterisiert sich darnach als eine, auf vorläufig gesichert erscheinender Basis sich vollziehende, alle Gebiete forstlichen Wissens umfassende Verbreiterung und Vertiefung der Lehre und Forschung.

---

64) Bayr. Denkschrift S. 65 ff.
65) Bayr. Denkschrift S. 5.
66) Heß, „Lebensbilder" S. 160.
67) das. S. 188.
68) das. S. 206.

In Preußen, Bayern, Württemberg und Hessen hatte man forstlichen Unterricht an Universitäten eingerichtet; derselbe hatte, außer in Hessen, keinen Bestand, sondern wir finden an seiner Stelle sehr bald isolierte Forstakademien als die „geeignetsten Orte für die Ausbildung des Forstbeamtenstandes“. Fragt man nach den Gründen dieser für den Uneingeweihten immerhin auffallenden Erscheinung, so lautet die Antwort sehr einfach dahin, daß man in den jungen Leuten, welche sich in damaliger Zeit dem Forstfache widmeten, den Universitäten ein Element einzufügen unternommen hatte, welches in deren Organismus nicht paßte. Abgesehen von dem speziellen Falle Preußens, wo, weil der Universität Berlin die für die Demonstrationen nötige Waldumgebung fehlte, schon die Wahl des Ortes eine entschieden unglückliche war, muß daran festgehalten werden, daß, wer seine Ausbildung von einer Universität wünscht, auch das erforderliche Maß von Vorbildung mitbringen muß, um sich an dem, die höchsten Ziele erstrebenden Unterrichte erfolgreich beteiligen zu können. Diese Bedingung war in jener Zeit nicht allgemein erfüllt, und sofern dies nicht der Fall war, erscheint die Uebertragung des forstlichen Unterrichts an die Universität eine verfehlte Maßregel. Hätte man, wie in Hessen, jenen inneren Widerspruch alsbald beseitigt, so wäre auch die Gesundung eingetreten. Die weitere Frage, ob ein technisches Fach überhaupt an eine Universität gehöre, ist wohl auch schon damals hie und da aufgeworfen und verschieden beantwortet worden[69]); wesentliche Motive für die Entscheidung wurden aber aus ihr wenigstens in späterer Zeit kaum entnommen.

In Hessen[70]) ist schon durch die Bekanntmachung vom 24. März 1825 für die Staatsforstdienstaspiranten die Maturität gefordert worden, und damit war die conditio sine qua non für die gedeihliche Entwickelung des forstlichen Unterrichts an einer Universität gegeben. Zunächst wurde in Gießen ein besonderes Forstinstitut errichtet, welches, obwohl die Grund- und Hilfswissenschaften von den Universitätsprofessoren gelehrt wurden, doch nur in ziemlich loser Beziehung zur Universität stand. Als Direktor wurde schon 1824 Hundeshagen berufen; als dann nahezu 1 Jahr später die Anstalt wirklich in's Leben trat, wurde als zweiter Lehrer und zugleich Revierverwalter Carl Heyer[71]) angestellt. 1831 hob man die besondere Anstalt auf und machte den forstlichen Unterricht zu einem integrierenden Bestandteil der Universität.

Neben Hundeshagen wirkte als Lehrer, nachdem Karl Heyer in 1831 als Erbach-Fürstenauischer Forstmeister ausgeschieden war, Dr. August von Klipstein, sowie Klauprecht. 1834 starb Hundeshagen; Klauprecht folgte einem Rufe nach Karlsruhe und 1835 wurde Karl Heyer als ordentlicher Professor zurückberufen. Neben ihm lehrte Zimmer; in 1849 habilitierte sich Gustav Heyer[72]) als Privatdozent.

Preußen[73]): Obwohl der Forstakademie zu Berlin regierungsseitig alle wünschenswerte Förderung zuteil wurde, obwohl dieselbe in Pfeil einen gewiß höchst anregenden Dozenten besaß, nahm doch, besonders von 1825 an, die Frequenz ab, die gehegten Erwartungen giengen nicht in Erfüllung, namentlich fehlte die dauernde Anlehnung an den Wald, und so führte eine eingehende Erwägung aller Verhältnisse 1830 zur Errichtung der Forstlehranstalt zu Neustadt-Eberswalde, nachdem insbesondere auch Pfeil lebhaft für

69) Professor Walther in Gießen hat sich z. B. in einem 1820 verfaßten Gutachten entschieden gegen die Errichtung eines Forstinstituts an der Universität ausgesprochen; „eine universitas ist keine specialitas“. — vergl. Heß, „Der forstwissenschaftliche Unterricht an der Universität Gießen in Vergangenheit und Gegenwart, 1881, S. 5.

70) Alle Einzelheiten enthält die vorgenannte Schrift von Heß.

71) Heß, „Lebensbilder“ S. 151.

72) Gustav Heyer, Sohn Carl Heyers, geb. 1826, promovierte 1847 zu Gießen, habilitierte sich daselbst 1849, wurde 1853 außerordentlicher, 1857 ordentlicher Professor, 1868 Direktor der neugegründeten preuß. Forstakademie zu Hannöver. Münden, 1878 ordentlicher Professor an der Universität zu München, wo er 1883 starb. Von 1856—1878 war ders. Redakteur der Allg. Forst- und Jagd-Zeitung. cfr. Nekrolog von J. Lehr, Allg. F.- u J.-Z. von 1883 S. 353 ff.

73) Vergl. Danckelmann. „Die Forstakademie Eberswalde von 1830—1880.“

die Neuorganisation in dieser Form eingetreten war[74]). Der Anstalt wurde die gesamte Ausbildung für den Forstverwaltungsdienst übertragen; das Programm derselben war übrigens zunächst nur dasjenige einer Meisterschule; Lehrer waren außer Pfeil noch Ratzeburg[75]) (Naturwissenschaften), und Schneider[76]) (Mathematik). Die als notwendig erkannte unmittelbare Verbindung mit dem Walde war gewonnen. Es wurde aber auch durch die Bestimmungen von 1831 das Reifezeugnis von den Schülern als Vorbedingung gefordert. Immerhin konnte die damit erfolgte Beseitigung eines Haupthindernisses für gedeihlichen Universitätsunterricht über die für die forstliche Ausbildung ungünstige Lage Berlins nicht hinweghelfen. — Für Kameralisten blieb übrigens an der Universität Berlin ein forstlicher Unterricht (durch G. L. Hartig und demnächst dessen Sohn Theodor Hartig[77]) bis 1838 bestehen.

Bayern: In Aschaffenburg wirkten Stephan Behlen, Papius, Hierl und Strauß. Die Anstalt wurde aber, weil ihre Leistungen nicht genügten, 1832 aufgehoben, Papius und Hierl kamen als Professoren an die staatswirtschaftliche Fakultät zu München, woselbst das forstwirtschaftliche Studium betrieben werden sollte. Für den niederen Forstdienst war die Gründung einer besonderen Schule an passenderem Orte ins Auge gefaßt. Doch wurde 1843 von neuem eine Forstlehranstalt und zwar für den äußeren Forstdienst in Aschaffenburg eingerichtet und 1844 eröffnet. Für den höheren Forstdienst blieb der Universitätsunterricht fortbestehen; doch hörte derselbe auf, als in 1848 in München keine Kandidaten mehr sich inskribierten. Direktor war in Aschaffenburg Sebastian Mantel. Auf Mantel folgte 1848 als Direktor Dr. K. Stumpf.

Sachsen hatte seine Akademie zu Tharand, welche von Heinrich Cotta bis zu dessen Tode 1844 geleitet wurde. Die Anstalt erfuhr 1830 eine Erweiterung, indem eine Landwirtschaftsschule mit ihr verbunden wurde. Im Oktober 1845 trat von Berg[78]) an die Spitze der Forstakademie; neben ihm hatte die Landwirtschaftsanstalt ihren besonderen Direktor; es lehrten außerdem Roßmäßler, Reum, Preßler (seit 1840), Krutzsch, August Cotta. 1846 wurde eine engere Verbindung beider Teile der Anstalt bewirkt, von Berg wurde 1847 alleiniger Direktor[79]).

Für Württemberg entwickelte sich der forstliche Unterricht (seit 1826 durch Gwinner[80])) in erfreulicher Weise; 1831 trat ein zweiter Forstlehrer hinzu. Es lehrten nach- und bezw. nebeneinander: Gebhard, Brecht, Fromann, Nördlinger (geb. 1818).

Baden: Laurop's Privatforstlehranstalt hörte 1830 zu bestehen auf: 1832 wurde dann seitens des Staates der forstliche Unterricht in Gestalt einer Forstschule am Polytechnikum zu Karlsruhe eingerichtet. Die bekanntesten forstlichen Lehrer waren daselbst in jener Zeit Laurop und Jägerschmidt, demnächst Klauprecht und Dengler.

Thüringen: a) die Lehranstalt zu Dreißigacker hörte 1843 auf. Von Hoßfelds Tod an (1837) gieng sie immer rascher zurück; insbesondere machten ihr die rings erstan-

74) Pfeils Ansichten, die manche zum Teil bedenkliche Seite, auch mancherlei Schwankungen aufweisen, sind in ausgiebiger Weise in der bayr. Denkschrift von 1877 (S. 67 ff.) niedergelegt. Dort ist auch, unter mehrfacher Bezugnahme auf Bernhardt's Forstgeschichte, Bd. II. 310 — Bd. III, 359 u. s. w., ausführlich nachgewiesen, wie sich der Uebergang von der Universität zur Akademie im Einzelnen vollzogen hat, welche Rolle dabei dem dem Forstwesen ganz fremden jungen Ratzeburg zufiel, indem dieser die Gebrüder Humboldt für die Verlegung interessierte. Jedenfalls kann nur behauptet werden, daß für die damalige Zeit die Verlegung von Berlin weg ein Bedürfniß war. Daß aber gerade nur durch eine isolierte Akademie Abhilfe geschafft werden konnte, zumal wenn man eine bessere Vorbildung der Schüler zu fordern gesonnen war, ist durch nichts zu erweisen.

75) Heß, „Lebensbilder" S. 280.

76) das. S. 323.

77) das. S. 138.

78) das. S. 18.

79) Vergl. Thar. J. XVII. Bd. v. 1866 (Jubiläumsschrift).

80) Heß, „Lebensbilder" S. 117.

denen, mit größeren Mitteln arbeitenden staatlichen Forstlehranstalten eine zu scharfe Konkurrenz. — b) Bemerkenswert ist aber vor allem die Gründung der Forstschule zu Eisenach 1830. Die ersten 20 Jahre ihres Bestehens tragen ihr Gepräge in der Person Gottlob Königs, dessen Meisterschule in jenem Jahre als landesherrliche Forstlehranstalt nach Eisenach verlegt wurde. Seit 1840 wirkt daselbst Senft als Lehrer der Naturwissenschaften.

Kurhessen: Die Forstschule zu Fulda kam 1825 nach Melsungen (Lehrer u. a. von Gehren, Oetzel), trat aber niemals sehr hervor.

Hannover: Von der zu Klausthal bestehenden Forst- und Bergschule kam 1844 die Forstschule als Bildungsanstalt für das hannoversche Feldjäger-Korps nach Münden (Burckhardt[81]) als Lehrer), wurde aber 1849 mit jenem Korps aufgehoben: es war eine überaus zweifelhafte Verbindung militärischer und forstlicher Zwecke gewesen.

Braunschweig: Für dieses Land wurde 1838, analog wie in Baden, der forstliche Unterricht an das polytechnische Institut (Collegium Carolinum) angeschlossen und Th. Hartig von Berlin als forstlicher Lehrer berufen. Die Gründung des forstlichen Lehrstuhls am Carolinum zu Braunschweig gab sehr bald Anlaß zu einem lebhaft geführten Meinungsstreit über die beste Art des forstlichen Unterrichtes, indem Th. Hartig schon 1838 in einem Programm der forstlichen Abteilung entschieden für die Vereinigung mit einer Hochschule eintrat und dadurch die Anhänger der isolierten Fachschule in die Arena rief. Zunächst beteiligte sich namentlich Pfeil eifrig an den Debatten. (Näheres darüber im folgenden Abschnitt.)

IV. Von 1850 bis zur Gegenwart, neueste Entwickelung.

§ 18. Die Mitte unseres Jahrhunderts fand den forstlichen Unterricht Deutschlands in folgender Gestalt vor: derselbe wurde erteilt

1) an der Universität: für Hessen (zu Gießen);
2) am Polytechnikum: für Baden (Karlsruhe) und Braunschweig (Braunschweig);
3) an isolierten Forstlehranstalten: für Preußen (Neustadt-Eberswalde), Bayern (Aschaffenburg), Sachsen (Tharand), Württemberg (Hohenheim), Thüringen (Eisenach), Kurhessen (Melsungen). In Tharand und Hohenheim bestand die Verbindung mit dem landwirtschaftlichen Unterricht.

Das weitaus umfassendste Gebiet hatte also die isolierte Akademie okkupiert. Ihre Einrichtung und Ausstattung war eine bald mehr bald weniger reichliche. Die Vereinigung mit der Landwirtschaft erlaubte, da man gleichzeitig für 2 Fächer sorgte, die Anstellung einer größeren Zahl von Lehrern, namentlich für die Grund- und Hilfswissenschaften, brachte aber andrerseits auch die Nachteile mit sich, welche sich aus der Verkoppelung zweier, in ihren Interessen doch vielfach weit auseinandergehenden Unterrichtsgebiete notwendigerweise ergaben. Es ist gewiß charakteristisch, daß von Gießen seit dem Jahre 1831 im allgemeinen eine ganz stetige, ruhige Entwickelung (Erweiterung der Lehrmittel, Regelung des Prüfungswesens u. s. w.) zu verzeichnen ist[82]). Blieben auch daselbst persönliche Differenzen nicht aus (z. B. zwischen Hundeshagen und Karl Heyer), so waren dies eben doch nur Mißhelligkeiten, die nicht aus dem Prinzip flossen. Das hessische Forstwesen fand sich, trotz der verhältnismäßig geringen Mittel, welche der kleine Staat nur aufwenden konnte, durch die bestehende Organisation des forstlichen Unterrichtes wohl beraten. Namentlich hat sich auch die Gemeinsamkeit des Unterrichts in den Grundwissenschaften (Mathematik, Chemie, Physik, Botanik ꝛc.) für die Studierenden der verschiedensten Fächer bewährt. Auch die Forstschule in Karls-

81) Heß, „Lebensbilder" S. 41.

82) Vergl. Heß, „Der forstwissensch. Unterricht an der Universität Gießen ꝛc." — Forstl. Lehrer waren, bezw. sind in Gießen außer den schon genannten: Eduard Heyer, Heß (seit 1869, geb. 1835), Lorey (1873–1878), Stötzer, Schwappach (seit 1881).

ruhe durfte sich eines den verfügbaren Mitteln entsprechenden ruhigen Fortschrittes erfreuen [83]).

Von den isolierten (forstlichen, wie forst- und landwirtschaftlichen) Lehranstalten kann dies nicht in gleichem Maße behauptet werden, mit Ausnahme vielleicht von Eisenach [84]), wo man sich im Vergleich mit anderen Anstalten, wie z. B. Eberswalde oder Tharand, von vornherein und bis in die neueste Zeit in Bezug auf die Ziele des Unterrichts und demgemäß auch auf die zu deren Erreichung erforderlichen Mittel eine gewisse Beschränkung auferlegt hat, indem man vozugsweise das Bedürfniß an entsprechend vorgebildeten tüchtigen Revierverwaltern im Auge hatte, aber innerhalb dieses Rahmens mit voller Kraft das Mögliche zu erreichen suchte und auch wirklich erreicht hat. Als ein günstiger Umstand muß es hierbei gelten, daß nach dem Tode Königs die Leitung der Anstalt seit 1850 derselben Hand anvertraut bleiben konnte, nämlich derjenigen Grebes [85]), welcher — stets zielbewußt — die Interessen der Eisenacher Forstlehranstalt gewahrt hat und dieselben noch heute vertritt. Von Neustadt-Eberswalde und Tharand aus wurde in jener Zeit lebhaft um die beste Form des forstlichen Unterrichtes gestritten [86]) und zwar im Verlauf der Debatte, welche, wie oben schon angedeutet, Th. Hartig von Braunschweig aus angeregt hatte. Letzterer wies in jenem Programm darauf hin, daß, wenn eine Hochschule ausfindig gemacht sei, welche in gehöriger Nähe des Waldes liege und deshalb den erforderlichen Anschauungsunterricht gestatte, an ihr das Forstfach jedenfalls am besten beraten sei, weil dieselbe mit verhältnismäßig geringen Kosten die gediegenste Ausbildung in den Grund- und Hilfswissenschaften ermögliche. Dagegen trat Pfeil als Verteidiger der Grundsätze auf, welche in den Einrichtungen zu Eberswalde verkörpert waren.

Von Tharand aus griff von Berg in die Diskussion ein, indem auch er für die isolierte Forstakademie eintrat. Schon damals wurde auf der einen Seite (Hochschule) das gründlichere, umfassendere, allgemein gehaltene Studium der Grundwissenschaften gegenüber dem nur auf die speziellen Bedürfnisse des Forstfachs bemessenen Unterricht an den isolierten Fachschulen hervorgehoben. Preßler in Tharand (cfr. Tharander Jahrbuch von 1846) plädierte damals mit Rücksicht auf das Studium der Mathematik und Naturwissenschaften für reich ausgestattete realistische Fachakademien. v. Berg hat übrigens 1851 [87]) einen, den 2jährigen Kurs an der Akademie ergänzenden 1½jährigen Universitätsunterricht gewünscht, demnächst auch die Frage aufgeworfen, ob nicht die Forstleute zuerst an der Hochschule ihre Grundwissenschaften studieren und darnach in 2 Jahren das Fach erlernen sollen.

Der Kampf um das Prinzip: „Allgemeine Hochschule oder isolierte Fachschule" ist wohl eigentlich die Signatur der Entwickelung des forstlichen Unterrichtes in den letzten Jahrzehnten, ein Kampf, welcher seinen prägnantesten Ausdruck gefunden hat in den Verhandlungen der Versammlung deutscher Forstmänner zu Freiburg (Herbst 1874) und in den vor- und nachher zahlreich erschienenen Spezialschriften über diese Frage [88]), sowie dem-

83) Lehrer waren, bezw. sind u. a.: Dengler, Bonhausen, Schuberg (geb. 1828), Weise.

84) Vgl. Grebe, „Die Großherzgl. Sächs. Forstlehranstalt zu Eisenach" (Jubiläumsschrift) 1880.

85) Oberlandforstmeister Dr. Carl Fr. Aug. Grebe, geb. 1816, ist zugleich Vorstand der Großh. Forsttaxations-Kommission.

86) Vergl. u. a. Jahresbericht von Th. Hartig I, 2. S. 231; — Allg. Forst- und Jagd-Zeitung von 1844, S. 11. — das. S. 113. — das. 1845: „Ueber die Verbindung des forstl. Unterrichts mit anderen Bildungsanstalten."

87) v. Berg: „Ueber forstl. Bildung und Unterricht" in Wedekind's Jahrbuch 1851.

88) Vergleiche: Bericht über die III. Versammlung deutscher Forstmänner zu Freiburg i. B. (Berlin 1875) S. 29—122; ferner: Danckelmann, „Forst-Akademie oder allgem. Hochschule"? 1872. — „Zur forstl. Unterrichtsfrage", Wien 1873. — Dr. Lothar Meyer, „Die Zukunft der deutschen Hochschulen und ihrer Vorbildungsanstalten. Breslau 1873. — Dr. Joh. R. Lorenz, „Akademie oder Universität"? Wien 1874. — Dr. Loth. Meyer, „Akademie oder Universität"? Breslau 1874. - Dr. Rich. Heß, „Die forstl. Unterrichtsfrage". Berlin 1874. — Dr. Frz. Baur, „Forstakademie oder allgem. Hochschule"? Stuttg. 1875 — u. s. w.

nächst wieder in den umfassenden Verhandlungen, welche 1878 in Bayern[89]) die Gründung forstlicher Lehrstühle in München, und in denjenigen, welche 1881 in Württemberg die Zurückverlegung des forstlichen Unterrichtes von Hohenheim nach Tübingen zur Folge hatten[90]). Der Vergleich des jetzigen Zustandes des forstlichen Unterrichtes mit demjenigen in 1850 weist die inzwischen erfolgten Veränderungen nach. Höchst interessante Aeußerungen in dem großen Prinzipienstreite finden sich übrigens auch vorher fortwährend in der forstlichen Tageslitteratur. So u. a. in einem Aufsatze von Berg's: „Sonst und Jetzt". Ein Zeitbild von der Erziehung, Bildung und dem Unterrichte der Forstleute[91]), ferner von Gustav Heyer, welcher in einem Aufsatze „Sonst und Jetzt"[92]) die Ansichten von Berg's bekämpfte, indem er entschieden für die Universitäten eintrat.

§ 19. Unzweifelhaft haben die Forstakademien, so wie sie in der Mitte dieses Jahrhunderts ausgerüstet waren, den an den forstlichen Unterricht zu stellenden Anforderungen nicht zu entsprechen vermocht. Beleg für diese Thatsache ist die teilweise höchst bedeutende Erweiterung, welche die meisten derselben in Hinsicht auf die Zahl der Dozenten und Lehrmittel aller Art erfahren mußten. Sie sind größtenteils zu Anstalten von sehr weitem Umfang herausgewachsen, und doch konnten und können selbst die reichst ausgestatteten unter denselben nicht alles leisten, was die vollständige Ausbildung der Forstbeamten verlangt: eine neueste Forderung in Preußen ist auf mindestens 2semestriges Universitätsstudium der jungen Forstleute gerichtet, damit sich dieselben dadurch die nötigen juristischen und staatswissenschaftlichen Kenntnisse aneignen.

Wenn nun umgekehrt dargethan werden könnte, daß der fachliche Unterricht an der Universität so eingerichtet werden kann, wie man ihn zur Ausbildung tüchtiger Forstleute für notwendig hält; wenn man insbesondere unter den zahlreichen deutschen Universitäten für die Erteilung des forstlichen Unterrichtes solche auswählt, deren Waldumgebung auch einen, die Kathedervorträge entsprechend ergänzenden, gut organisierten Anschauungsunterricht ermöglicht, so könnte man wohl zu dem Schluß kommen, daß, wenigstens wer irgendwo den forstlichen Unterricht neu installieren wollte, als passenden Ort hierfür nur eine Universität wählen würde mit Rücksicht auf die Vorteile, welche im übrigen das Studium an der Universität gewährt. Allerdings bliebe immer noch die Frage zu erwägen, ob die Behandlung vieler Grundwissenschaften, namentlich der Mathematik und der naturwissenschaftlichen Fächer an den Universitäten eine derartige ist, daß sie einerseits dem Forstmanne nicht zu viel Dinge bietet, die mit seinem Fache in keiner direkter Beziehung stehen, und andrerseits nicht zu wenig, indem Details, welche denselben besonders interessieren, von dem erweiterten Rahmen der allgemeinen Vorlesung nicht mitumspannt werden. Aber man wird wohl der Auffassung beitreten dürfen, nach welcher die allgemeinen Vorlesungen, wie sie an einer Hochschule gehalten werden, die sicherste Grundlage auch für das Studium der Forstwissenschaft bilden, sofern sie gerade in der durch die Allgemeinheit bedingten gleichmäßigen, streng systematischen Behandlung den weitesten Umblick auf dem betreffenden Gebiete vermitteln und die Auffassung und das Verständnis für wissenschaftliche Behandlung überhaupt am meisten fördern. Abgesehen davon, daß man nicht wissen kann, was der Forstmann für seine Zwecke vielleicht in nächster Zeit schon aus dem Bereiche der Grundwissenschaften zu verwerten Gelegenheit hat, darf man die Anwendungen auch beruhigt den Fachvorlesungen

89) Denkschrift betr. den forstl. Unterricht in Bayern, München 1877.

90) Vergl. Beilage I zum Etat des Kultdepartements, Hauptfinanzetat pro 1881/83, S. 500 ff.; ferner: Lorey, „Der forstliche Unterricht in Württemberg", Supplemente der Allg. F.- u. J.-Zeitung XI. Be., 1. Heft v. 1879, S. 28 ff.; ferner: Verhandlungen des Württemb. Forstvereins zu Backnang (17. Juni 1879 ff.).

91) Vergl. Denglers Monatschrift für das Forst- und Jagdwesen 1862, S. 121 ff. u. S. 161 ff.

92) Allg. F.- u. J.-Z. 1862, S. 409 ff. und 1863, S. 1 ff.

— (also z. B. den Vorlesungen über Holzmeßkunde, Waldwertrechnung ꝛc. diejenigen aus dem Gebiete der Mathematik) — überlassen[93]). Ueberdies finden sich, wie die Thatsachen beweisen, an jeder Universität Dozenten der Grundwissenschaften, welche sich der etwa hervortretenden speziellen Bedürfnisse der Forstwissenschaft gern und dauernd annehmen.

§ 20. Im Jahre 1868 ist nun aber gleichwohl eine neue große Forstakademie als isolierte Fachanstalt errichtet worden und zwar in Hannöver.-Münden. Preußen hatte in 1866 einen so bedeutenden Zuwachs erhalten, daß, neben politischen Motiven, die Ueberzeugung von der Notwendigkeit einer zweiten großen forstlichen Lehranstalt für die Gesamtmonarchie zur Gründung der genannten Akademie führte. Direktor wurde Gustav Heyer (bis 1878; dann folgte Bernhardt[94]) und im Herbst 1879 Borggreve). Zuvor hatte man von verschiedenen Seiten die Frage angeregt, ob man nicht die zu schaffende zweite Lehrstätte Preußens an einer Universität gründen solle (Marburg, Göttingen?); aber man wollte offenbar der immer mächtiger werdenden, dem Universitätsunterricht günstigen Zeitströmung in Gestalt einer zweiten großen Akademie einen möglichst starken Damm entgegensetzen.

In Neustadt-Eberswalde war nach Pfeils Rücktritt (1859) Grunert Direktor, an dessen Stelle im Herbst 1866 Danckelmann[95]) trat, welcher noch heute der Akademie vorsteht. 1873—1875 erfolgte auf bedeutend erweiterter Grundlage eine Reorganisation derselben. — Tharand entwickelte sich, ebenso wie die beiden preußischen Akademien, zu einer immer umfassenderen Anstalt. Im Jahre des 50jährigen Jubiläums derselben als Staatsanstalt, 1866, wurde Judeich[96]) Direktor. Derselbe durfte schon 1870 die Lostrennung der Landwirtschaft und Uebersiedelung derselben an die Universität Leipzig erleben, so daß von da ab alles Interesse wieder auf das Forstfach konzentriert werden konnte. Auch in Aschaffenburg mußte man die Zahl der Lehrer und die Lehrmittel allmählig vergrößern[97]). — Hohenheim behielt als land- und forstwirtschaftliche Akademie (natürlich mit einer Reihe zeitgemäßer Erweiterungen) im allgemeinen seinen Charakter[98]), und Eisenach konnte und wollte nach Lage der Umstände nicht an wesentliche Neuerungen denken. Auch Karlsruhe und Gießen haben, wie schon erwähnt, keine hell in die Augen springenden Veränderungen erfahren; ebensowenig der forstliche Unterricht in Braunschweig, bis derselbe in 1877 aufgehoben wurde.

§ 21. Aber trotz allen Aufwendungen, welche für die einzelnen Akademien gemacht wurden, war, wie mehrfach angedeutet worden ist, die Entwickelung derselben meist keine ungestörte. Alle äußere Ausstattung konnte über manche Bedenken, welche in immer weiteren Kreisen laut wurden, nicht ohne Erregung hinweghelfen. Am lebhaftesten gährte es seit lange in Aschaffenburg, wie denn überhaupt die Geschichte gerade dieser Forstlehranstalt eine höchst interessante ist, charakterisiert durch einen andauernden Widerstreit der Interessen der höheren forstlichen Ausbildung mit denen der Stadt: Mißstände personeller und sachlicher Natur machten sich geltend; dabei bewirkten Stipendien, Honorarfreiheit u. s. w. einen übergroßen Andrang schwach vorbereiteter Zuhörer; die Ergebnisse der Prüfungen waren namentlich in den „dem Fach angepaßt vorgetragenen“ Naturwissenschaften ungenügend. Gelegentlich der immer wiederkehrenden Debatten wurde auch (1861 und 1869) die Frage

---

93) Zu vergleichen das ad B, II, 4 (S. 107) Gesagte.

94) Heß, „Lebensbilder“ S. 22.

95) Dr. jur. Bernhard Danckelmann, geb. am 5. April 1831.

96) Judeich ist 1828 zu Dresden geboren, war 1849—57 bei der sächs. Forsteinrichtungsanstalt, dann bis 1862 als Forstmeister in Böhmen (Hohenelbe) tätig, 1862—1866 Direktor der Forstlehranstalt zu Weißwasser (Böhmen), und von da ab ist er Direktor in Tharand.

97) Neben dem Direktor Stumpf lehrten u. a. Gayer (geb. 1822), Döbner, Albert, Ebermayer (geb. 1829).

98) Als forstliche Lehrer wirkten daselbst außer den oben (S. 120) schon genannten: Tscherning, H. Fischbach, Franz Baur (geb. 1830, in Hohenheim 1864—1878), Lorey.

der etwaigen Verbindung mit einem Polytechnikum erörtert. Doch legte die Regierung auf die Gewinnung tüchtiger Verwaltungsbeamten mehr Wert als auf die technische Seite der Ausbildung, wonach jene Verbindung nicht gutgeheißen wurde.

Die vorerwähnte Gründung der zweiten preußischen Forstakademie zu Münden hatte zu vielfachen Erwägungen über die ganze „forstliche Unterrichtsfrage" erneute Veranlassung gegeben. Von Aschaffenburg aus wurde, vertreten durch eine Anzahl der dortigen Professoren, der Antrag auf durchgreifende Reorganisation der Schule[99]) eingebracht, wogegen der Direktor (Stumpf, unterstützt durch Döbner) sich gegen eine Erweiterung aussprach, indem er insbesondere die Ausbreitung der Grund- und Hilfswissenschaften als bedenklich hinstellte. Die bayrische Regierung sah sich veranlaßt, eine Anzahl von Gutachten über die Frage zu erbitten, welche sich in weitüberwiegender Zahl (14 von im Ganzen 15 und zwar 13 unbedingt) für die Vereinigung des forstlichen Unterrichts mit einer Hochschule aussprachen. Unter den Vertretern dieser Ansicht befanden sich u. a. solche von vier Münchener Fachprofessoren, der Professoren der badischen Forstschule zu Karlsruhe, der forstlichen Professoren zu Hohenheim, der Professoren von Mariabrunn u. s. w. Auch Forstdirektor Burckhardt zu Hannover trat für die Universität ein, während Oberforstmeister Dr. Danckelmann, Direktor von Neustadt-Eberswalde, die gegenteilige Ansicht verfocht, bezw. einer Kombination d. h. einem der fachlichen Ausbildung durch die Akademie folgenden Universitätsbesuch das Wort redete. Die Debatte war in der That eine ganz allgemeine, alle forstlichen Kreise lebhaft erregende; dieselbe wurde durch die Freiburger Forstversammlung 1874 in die Oeffentlichkeit übertragen. Von dieser Versammlung wurde die Vereinigung des forstlichen Unterrichts mit der allgemeinen Hochschule auf den Schild erhoben und zwar — (allerdings unter dem Einfluß der Lage Freiburgs) — mit so überwältigender Majorität, daß der sonst wohl berechtigte Satz, wonach in derartigen Fragen Majoritäten keine Bedeutung zuzumessen sei, hier nicht mehr zutreffend erscheint.

§ 22 a) Die Gründe, welche zu Gunsten des Hochschulunterrichtes angeführt werden, sind hauptsächlich folgende:

1) Die isolierten Schulen sind keineswegs im inneren Wesen der Forstwissenschaft beruhend, sondern verdanken ihre Entstehung früheren, überwundenen Zuständen (insbesondere der mangelhaften Vorbildung der Schüler und dem unwissenschaftlichen Standpunkte der Lehrer, sowie dem unentwickelten Zustand der Forstwissenschaft) und Zufälligkeiten;

2) Der Unterricht in den Hilfswissenschaften ist allgemein (cfr. S. 123);

3) Die Kosten sind wesentlich geringer, weil eine Anzahl Lehrer, besonders der Grund- und Hilfswissenschaften an der Hochschule bereits für die Studierenden anderer Fächer besoldet werden muß und ein Theil der allgemeinen Sammlungen, Institute rc. — (z. B. physikalische und geodätische Instrumente, Laboratorium, botanischer Garten u. s. w.) — ohne weiteres auch für den forstlichen Unterricht benutzt wird[100]);

4) Die allgemeine Bildung der studierenden Forstleute wird durch das Hören bezüglicher Vorlesungen (historische, philosophische rc.), sowie durch den steten Umgang mit Stu-

---

99) Die betr. Denkschrift (von Gayer, Ebermayer, Albert und Bohn) forderte den Charakter einer Hochschule, insbes. erweiterten Lehrplan, längere Studienzeit, Aufhebung der Vorlehre, Vermehrung der Lehrer und Assistenten, Erhöhung des Etats, kollegiale Verfassung u. s. w.

100) ad 3: Der Vorteil der Kostenersparniß ist jedenfalls ein sehr wesentlicher. Sind auch für die Grund- und Hilfswissenschaften einzelne Aufwendungen speziell für den forstlichen Unterricht zu machen (z. B. eventuell Besoldung von Assistenten, Vergrößerung der Räume für Laboranten u. s. w.), so bleibt doch gegenüber den umfänglichen Ausgaben, welche isolierte Akademien für diese Zwecke erheischen, ein sehr erhebliches Minus zu Gunsten der Vereinigung mit der Hochschule übrig. An demselben partizipiert namentlich auch der Unterricht in juristischen und staatswissenschaftlichen Disziplinen. Der forstfachliche Unterricht kommt dabei nicht in Betracht, weil für diesen in jedem Falle besondere Lehrer angestellt werden müssen.

dierenden anderer Berufszweige [101]) erhöht; der später vielfach auf sich angewiesene Beamte bringt von der Hochschule, besonders von der Universität eine größere Summe verschiedenster Anregungen mit; die Universität ist die geeignetste Stätte zur Ausbildung allseitig gebildeter Verwaltungsbeamten.

5) Den Lehrern erwächst durch den vielseitigen geistigen Verkehr, durch die stete Berührung mit den Bestrebungen anderer Fächer mannigfache Anregung; gute Lehrkräfte sind leichter zu gewinnen und dauernd zu erhalten, und insbesondere ist die Universität die geeignetste Stätte zur Heranbildung von Privatdozenten uud damit des nötigen Nachschubs von jungen Lehrkräften [102]).

6) Der Unterricht an der Hochschule, an welcher im allgemeinen nur Gleichberechtigte wirken, ist weniger abhängig von dem Einfluß einzelner maßgebender Persönlichkeiten, und hierdurch ist die volle Lehrfreiheit am besten gesichert.

7) Der gesamte Forstbeamtenstand wird gehoben, wenn der Bildungsgang der Forstleute sich, nachdem die Vorbildung derselben derjenigen für andere Fächer gleich ist, auch fernerhin nicht grundsätzlich von der Art der Ausbildung unterscheidet, welche den übrigen Staatsdienst-Aspiranten zuteil wird.

b) Als Gründe für die forstlichen Fachschulen in gesonderter Organisation werden, soweit sie sich nicht aus Vorstehendem schon von selbst ergeben, hauptsächlich folgende geltend gemacht:

1) Es handelt sich meist nicht um eine Neuschaffung des forstlichen Unterrichts, sondern die Akademie ist als etwas Gegebenes vorhanden, und man steht vor der Frage einer Aufhebung, bezw. Verlegung derselben. Eine solche Aenderung verursacht größere Kosten, als die, wenn erforderlich, entsprechende Erweiterung und Ergänzung des bestehenden Instituts [103]);

2) Es ist nicht nur erforderlich, daß die forstliche Lehrstätte die entsprechende Waldumgebung besitzt, sondern den Dozenten soll auch die Verfügung über den Wald behufs Vornahme von Demonstrationen 2c. bis zu einem gewissen Grad gesichert sein [104]);

3) Die Behandlung der Hilfswissenschaften in vollem Umfang, ganz allgemein und ohne direkte Beziehung aufs Fach bietet die Gefahr der Zersplitterung, sowie der Vernachlässigung solcher Materien, welche für den Forstmann von besonderer Wichtigkeit sind [105]);

4) In ähnlicher Weise können alle Sammlungen einerseits beschränkt, andrerseits erweitert werden, den speziellen Bedürfnissen der Forstwissenschaft entsprechend;

---

101) Die in diesem Umstande zu erblickende Förderung und Bewahrung vor Einseitigkeit ist nicht gering zu achten; Universitätsbesuch in höheren Semestern ist in dieser Hinsicht meist weniger wirksam als der Anfang der Studienzeit, in welchem sich gegenseitiger Anschluß leichter vollzieht.

102) Die Möglichkeit für strebsame junge Leute, sich als Privatdozenten zu habilitieren, muß besonders hervorgehoben werden; bei jeder Vakanz eines forstlichen Lehrstuhles macht sich der Mangel an passenden Ersatzmännern in unangenehmster Weise fühlbar; die Akademien sind aber schon wegen ihrer strafferen Organisation und ihres fixierten Lehrplanes kein geeigneter Ort für Ausbildung des Instituts der Privatdozenten, welches in mehrfacher Hinsicht, wie insbes. auch durch die den Professoren erwachsende Konkurrenz und Kontrole, heilsam wirkt.

103) Unzweifelhaft ist dieses Argument sehr zu beachten, namentlich wenn nicht etwa eine kombinierte (land- und forstwirthsch.) Lehranstalt, sondern eine ganz isolierte Akademie in Frage steht. Es können nicht immer alle Lehrer der letzteren übernommen werden, Sammlungen 2c. werden überflüssig, ebenso Gebäude, Subalternpersonal 2c. Immerhin sollten diese Erwägungen, falls man eine andere Organisation für ersprießlicher hält, kein dauerndes Hinderniß ihrer Durchführung sein.

104) ad B, II, 8 ist ausgeführt, wie dieser gewiß wichtigen Bedingung auch ohne besondere Lehrforste genügt werden kann.

105) Vergleiche a, 2, sowie S. 123. Keineswegs bleibt die Auswahl und Hervorhebung des für die Forstleute aus dem Gebiet einer Grundwissenschaft besonders Beachtenswerten den Studierenden überlassen, welchen die hiefür nötige Befähigung und Reife des Urtheils meist fehlt; es ist Aufgabe des sein Gebiet vollkommen beherrschenden Fachdozenten, die Vermittelung zu übernehmen.

5) Die Leitung des gesamten Unterrichts durch einen Forstmann als Direktor ist insofern sehr ersprießlich, als derselbe die Unterrichtsaufgaben im ganzen und im einzelnen richtig abmessen, — nach passender Zeitverteilung, durch Beschluß des Lehrerkollegiums, — für deren Durchführung sorgen und zu weitgehende Spezialisierung verhüten kann. Dadurch wird die Einheitlichkeit und Planmäßigkeit aller Maßnahmen, sowie die richtige, zweckentsprechende Verwendung der verfügbaren Mittel gesichert [106]).

6) Durch die Akademie, an welcher alle Kräfte, neben dem Unterricht, dem gleichen Zwecke, Förderung der Forstwirtschaft und -wissenschaft, dienstbar sind, findet die bezügliche Forschung die weitestgehende Pflege [107]).

So etwa lassen sich die Gründe pro und contra präzisieren. Zahlreiche Modifikationen der einzelnen Punkte nach dieser oder jener Richtung hin sind möglich und finden sich thatsächlich vor. Dabei wird seitens der Anhänger der isolierten Forstakademie auf die Leistungen der Männer hingewiesen, welche an derselben ihre Bildung empfangen oder an derselben als Lehrer thätig waren bezw. sind, während die Vertreter der allgemeinen Hochschule nicht minderen Wert legen auf die aus ihren Reihen stammenden Leistungen in Wissenschaft und Wirtschaft. Selbst die entschiedensten Anhänger der Akademie wollen den Universitätsunterricht, wie schon hervorgehoben wurde, nicht ganz entbehren, räumen demselben vielmehr gern eine umfängliche Beteiligung bei der Ausbildung mindestens der höheren Forstbeamten ein. Auch wird zugestanden, daß man, wo eine Neugründung nötig ist, die Forstakademie den allgemeinen Hochschulen da, wo der Unterrichtswald nicht fehlt, örtlich nahe bringen kann, nur soll man deren Fundamente nicht zerstören, denn „die Forstakademie allein kann und soll im ganzen Umfang und auf kürzestem Wege die forstliche Theorie und die Art ihrer Anwendung zum vollen Verständnis bringen, muß aber auch so opulent, als es geboten ist, eingerichtet werden."

§ 23. In der vorliegenden Streitfrage ist von beiden Seiten oft gesündigt worden: man hat relativ gut eingerichtete, reich ausgestattete Akademien mit einem, unter bescheidenen, wohl gar zweifellos ungünstigen Verhältnisse arbeitenden Hochschulunterricht verglichen und umgekehrt; man hat da und dort auftretende Mängel als notwendig hervorgehoben, ohne zu bedenken, daß sie vielleicht nur in zufälligen Umständen begründet sind und abgestellt werden können. Faßt man aber alles zusammen, so kommt man zu dem Schluße, daß der eigentliche Fachunterricht an sich, wenn nur die erforderlichen Kräfte und Mittel verfügbar gestellt werden, hier und dort gleich gut erteilt werden kann; daß aber die Behandlung der Grundwissenschaften in der Art der Hochschule den Vorzug verdient; daß ferner in Jurisprudenz und Staatswissenschaften der Hochschulunterricht gar nicht entbehrt werden kann; daß weiterhin die mehr mittelbaren Vorteile, welche die Hochschule Lehrenden und Lernenden, sowie in Absicht auf die Wertschätzung des Faches im allgemeinen bieten, sehr hoch zu veranschlagen sind, und daß endlich durch die Einverleibung

106) Von der Persönlichkeit des Direktors hängt überaus viel ab; seine Einwirkung — je nach dem Umfang der Befugnisse, welche ihm gegenüber dem Lehrerkollegium eingeräumt sind, bald weitergehend, bald von geringerem Belang — kann unzweifelhaft eine sehr günstige sein, Gegensätze ausgleichend, berechtigte Ansprüche fördernd, unberechtigte zurückweisend, — aber es liegt in dieser Machtbefugniß des einzelnen Mannes, der auch in nichtforstlichen Fragen die Entscheidung mindestens stark beeinflussen kann, offenbar eine große Gefahr. Die allgemeine Hochschule kennt einen ständigen Direktor nicht; Vorstände, Dekane der Fakultäten, Rektoren gehen jährlich aus freier Wahl hervor. Willkürlichkeiten einzelner Dozenten werden durch das Eingreifen der Fakultät, eventuell des Senates paralysiert; Feststellung eines im allgemeinen bindenden Programmes ist an der Hochschule so gut wie an der Fachschule durchführbar. Innerhalb des Kreises der dem einzelnen Dozenten zufallenden Lehraufgabe trägt derselbe allein die volle Verantwortung.

107) Warum an der Hochschule nicht eine ebenso umfassende Förderung der Wissenschaft stattfinden soll, ist nicht abzusehen, zumal seit Versuchsanstalten an solchen in's Leben getreten sind. Der betreffende Vorzug der Akademie wird wohl (gleiche Mittel vorausgesetzt) auch kaum mehr ernstlich behauptet werden.

des forstlichen Unterrichts in den Verband einer Hochschule gegenüber der gut ausgestatteten isolierten Akademie bedeutende Summen erspart werden können.

Die Entscheidung kann hiernach kaum eine zweifelhafte sein. Aber im einzelnen Falle steht man immer vor der Frage, ob die zu Gunsten der Hochschule angeführten Gründe alle anderen Erwägungen (namentlich Rücksicht auf bestehende Verhältnisse und dergl.) in Schatten zu stellen vermögen. Stürmische Erörterungen sind, nachdem München und Tübingen aus den Kämpfen der letzten Zeit hervorgegangen sind, zunächst wohl kaum zu erwarten. Eberswalde[108]) und Eisenach haben inzwischen (1880) in voller Kraft die Jubelfeier ihres 50-jährigen Bestehens begangen; ebenso hat (1881) Gießen dem Gedächtnis der vor 50 Jahren erfolgten organischen Verbindung des forstlichen Unterrichts mit der Universität ein begeistert begangenes Fest geweiht. Daß aber bei jedem mißlichen äußeren Anlaß, welcher sich in Bezug auf eine der noch bestehenden Akademien je ergeben wird, jede derselben, auch die bestsituierte, eine eingehende Begutachtung ihrer Berechtigung über sich wird ergehen lassen müssen, ist ebenwohl unzweifelhaft.

Das forstliche Versuchswesen.

Litteratur: Ganghofer, August: Das forstliche Versuchswesen, Band I u. II. (Augsburg in Kommission der Schmid'schen Buchhandlung, 1877—1882). — Jahrbuch der preuß. Forst- und Jagdgesetzgebung und Verwaltung. Herausgegeben von Dr. B. Danckelmann 2c. (von 1872 an die besondere Rubrik „Versuchswesen"). — von Seckendorff, „Das forstliche Versuchswesen". Wien 1881.

A. Zweck und Bedeutung.

I. Im Allgemeinen.

§ 1. In dem Abschnitt über den forstlichen Unterricht ist eingangs auseinandergesetzt worden, daß sich die Forstwissenschaft im Zustande lebhaftester Entwickelung befindet. Namentlich ist man bemüht, für die Lehren derselben durch exakte Forschung unter Beihilfe der verschiedensten Grund- und Hilfswissenschaften die erforderliche Zuverlässigkeit zu gewinnen. Auch die Wirtschaft im Walde entbehrt noch vielfach der nötigen Grundlagen. Dies folgt nicht nur unmittelbar aus dem Zusammenhang zwischen Wirtschaft und Wissenschaft in dem Sinne, daß der noch ungenügende Ausbau der letzteren naturgemäß auch mangelhafte Sicherheit der forstlichen Praxis bedingt; nein, auch solche Wirtschaftsmaßnahmen, deren rationelle (den höchsten Erfolg — unter voller Berücksichtigung des Aufwandes — gewährende) Ausführung sich einfach auf die Erfahrung, auf genügend zahlreiche, richtig angestellte Beobachtungen stützen könnte, unterliegen großenteils noch einer verschiedenen Beurteilung, weil — abgesehen von Modifikationen, welche von Fall zu Fall durch Verschiedenheit der Verhältnisse geboten sind, — das Grundlagenmaterial zur Gewinnung eines unzweifelhaft gegebenen, festen Standpunktes entweder überhaupt nicht ausreicht oder in seiner jetzigen Gestaltung noch mehrdeutig erscheint. Ueberall sind Lücken vorhanden, welche in ganz bestimmter Weise ergänzt werden müssen, bevor auch nur die Wahrscheinlichkeit der Erreichung des höchsten wirtschaftlichen Effektes behauptet werden kann. Mehr als diese Wahrscheinlichkeit kann in vielen Fragen kaum erstrebt werden, wenn man nicht auf Unmögliches abheben will; die äußeren Einwirkungen, von welchen das Wirtschaftsergebniß wesentlich abhängt, sind zu vielgestaltig, als daß sich deren Art und Umfang selbst nur für kurze Zeit sicher vorausbestimmen und ihnen gegenüber die wünschenswerthe Vorkehr treffen ließe. Aber es muß danach gestrebt werden, der Gewißheit des Erfolges möglichst nahe zu kommen; die Chancen hierfür werden um so größer,

108) Seit 1877 nicht mehr „Neustadt-Eberswalde".

je weiter unsere Kenntnis vom Walde im ganzen und in allen seinen einzelnen Beziehungen vorschreitet.

§ 2. Der Forschung auf dem Gebiete der Forstwirtschaft und Forstwissenschaft stehen aber in mehrfacher Hinsicht besondere Schwierigkeiten im Wege. Dieselben liegen zunächst darin, daß mit oft sehr langen Zeiträumen gerechnet werden muß; in sehr vielen Fragen kann eine Entscheidung erst nach Verlauf einer längeren Reihe von Jahren gewonnen werden. Die Entwickelung der Waldbestände von der Begründung bis zur Hiebsreife vollzieht sich meist in so weit erstreckten Perioden, daß das Wirken des einzelnen Forschers zu kurz ist, um den ganzen Gang derselben zu überblicken. Soll gleichwohl das in der Kenntnis dieser Gesamtentwickelung gesteckte Ziel erreicht werden, so muß die Durchführung der Aufgabe gewissermaßen von der Person des einzelnen Beobachters losgetrennt werden; es muß die Kontinuität der Behandlung gewahrt werden durch Einrichtungen, welche den zweifellos sicheren Uebergang der Arbeit aus einer Hand in die andere gestatten.

Ein weiterer mißlicher Umstand ist darin zu erblicken, daß, wie schon oben angedeutet wurde, in sehr vielen Fragen wegen der Vielheit und Mannigfaltigkeit zusammenwirkender Faktoren, die in verschiedentlichst modifizierter Weise teils sich ergänzen, teils sich paralysieren, nur auf die Feststellung eines durchschnittlichen Gesamtverhaltens hingearbeitet werden kann. Solche Durchschnitte sind aber nur aus einer großen Zahl von Positionen mit genügender Sicherheit abzuleiten. Es muß massenhaftes Material zusammengetragen werden und zwar nach einheitlichem Plane, — eine Aufgabe, deren Durchführung die Kraft des Einzelnen wiederum oft nicht gewachsen erscheint.

Diese beiden Momente sind es vornehmlich, welche uns zu dem Schlusse kommen lassen, daß auf dem Gebiete forstlicher Forschung die Arbeit Einzelner einen großen Teil der notwendigerweise ins Auge zu fassenden Ziele nicht erreichen kann; daß vielmehr Organe geschaffen werden müssen, welche dauernd die Behandlung jener — nach ihrer zeitlichen Erstreckung oder in Absicht auf den Umfang des beizubringenden Materials oder in beiden Beziehungen zugleich — weit ausschauenden Probleme besorgen. Diese Organe sind die forstlichen Versuchsanstalten. Für deren Einrichtung muß in erster Linie der Staat eintreten, weil dabei ein ganz allgemeines Interesse in Frage steht, für dessen Förderung Gemeinden und Private nicht anders als in Gestalt freiwilliger Leistungen herangezogen werden können. Der Staat allein bürgt auch, weil nur für ihn eine dauernde Verpflichtung, hier thätig einzugreifen, behauptet werden kann, für ungestörten Fortgang der einmal begonnenen Arbeiten. In welchem Umfang er die bezüglichen Mittel parat stellen will, hängt in erster Linie natürlich von der absoluten Möglichkeit, welche ja in den einzelnen Staaten (nach deren Größe, Reichtum 2c.) überaus verschieden ist, dann aber hauptsächlich von der Art der Aufgaben ab, deren Behandlung unternommen werden soll.

§ 3. In dieser Beziehung ist folgendes zu beachten: Nachdem im Vorstehenden die Notwendigkeit, Versuchsanstalten zu begründen, durch die spezifische Eigentümlichkeit gewisser Untersuchungen nachgewiesen worden ist, hat man dadurch zugleich den Rahmen gezogen, innerhalb dessen die jenen Anstalten zufallenden Arbeiten liegen. Alle Fragen, welche durch die Thätigkeit des einzelnen Forschers erledigt werden können, gehören zunächst nicht in das Bereich besonderer Versuchsanstalten. Dieser Gesichtspunkt muß bei der Beurteilung der ganzen Einrichtung festgehalten werden, damit der neuen Institution ein ganz bestimmter, ihr notwendigerweise zukommender Charakter gewahrt werde und bleibe. Einzelforschung mit zum Teil glänzenden Resultaten besteht ja, so lange überhaupt eine Forstwissenschaft besteht. Doch kann derselben nicht alles überlassen bleiben. Nun ist freilich die Trennung, welche durch die Frage bedingt ist: „was kann der Einzelne leisten, was nicht? und wo hört demgemäß das Gebiet, welches zu bebauen dem Einzelnen zustehen

soll, auf und fängt dasjenige der Versuchsstation an?" oft nicht ohne große Zweifel durchführbar. Vielmehr giebt es Grenzgebiete, auf denen die Kompetenz streitig sein kann. Modifizierend wirkt überdies die Erwägung, daß der Einzelne vielleicht manches ausführen **kann**, was aber gleichwohl eine Versuchsstation mit größeren Mitteln ebenso gut und dabei **rascher** oder vielleicht besser, weil umfassender leisten wird. Im großen und ganzen aber ist die Auswahl der Gegenstände, deren Bearbeitung den Versuchsanstalten zuzuweisen ist, nicht allzu schwer. Die letzteren werden jedoch immerhin gut thun, wenn sie, — schon um Zersplitterung ihrer Kräfte thunlichst zu vermeiden und ihre Kompetenz und Existenzberechtigung unantastbar zu erhalten, — von jenen zweifelhaften Gebieten möglichst fern bleiben, wenigstens solange noch Fragen zu lösen sind, deren Natur jedes Bedenken ausschließt. Unter den letzteren sind dann wieder solche, welche durch den besonderen Umfang und die größere Allgemeinheit ihrer Bedeutung vor anderen hervorragen. Es kann nicht Wunder nehmen, wenn sich diesen das Interesse der Versuchsanstalten zuerst zuwendet. Nächstdem treten für die einzelnen Versuchsanstalten diejenigen Fragen in den Vordergrund des Interesses, deren baldige Beantwortung für die Wirtschaft in dem betreffenden Lande voraussichtlich besonders fruchtbringend sein wird. Alle diese sachlichen Erwägungen werden bei der Einrichtung und Ausstattung einer Versuchsstation maßgebend. Dazu kommt aber im einzelnen Falle doch auch die Rücksichtnahme auf verfügbare Persönlichkeiten. Denn, obwohl man sich durch die Versuchsstationen gerade von dem Einfluß einzelner Personen möglichst frei machen will und soll, werden begreiflicherweise bei der Auswahl der einzuleitenden Untersuchungen, noch mehr aber bei der Bestimmung des einzuschlagenden Weges, bei der Feststellung der Methode doch der besonderen Neigung bezw. dem wissenschaftlichen Standpunkte des Einzelnen gewisse Zugeständnisse nicht verweigert werden können. Der Charakter der freien wissenschaftlichen Geistesarbeit darf nicht verloren gehen; dies geschieht übrigens dadurch, daß derselben in Absicht auf formale Behandlung bestimmte Schranken gezogen werden, **keineswegs**.

Ein gewisser innerer Widerspruch ist ja darin unverkennbar gelegen, daß wissenschaftliche Arbeit, welche doch unbedingt der einzelne Forscher ausführen muß, nach einem, wenigstens in seinen Grundzügen scharf vorgezeichneten Plane geleistet werden soll, bei dessen Entwurf der Betreffende in vielen Fällen nicht einmal mitgewirkt hat. Jedenfalls ist darin eine ernste Aufforderung zu erblicken, jene Normen auf das notwendige Maß zu beschränken. Der eigentümliche Charakter der Forstwissenschaft bringt es mit sich, daß, wie in so vielen anderen Fällen, auch auf diesem Arbeitsfelde nur ein Mittelweg eingeschlagen werden kann, der, nach links und rechts die Klippen vermeidend, zwar nicht immer jeder Forderung in ihrer strengsten Form völlig entspricht, aber doch die bestmögliche Kombination aller konkurrirenden Momente darstellt. — Allseits guter Wille ist natürlich Bedingung; die Autorität, welche jeder staatlichen Einrichtung zukommt, sorgt in möglichst schonender Weise für den wünschenswerten Nachdruck [1]). Ohne Garantien für konsequente Durchführung begonnener Arbeiten müßten wir auf die Lösung vieler forstlicher Probleme überhaupt verzichten.

§ 4. Ein wesentlicher Fortschritt, welcher gegenüber früherer Bethätigung auf dem Gebiete forstwissenschaftlicher Forschung durch die Versuchsanstalten ermöglicht worden ist, besteht ferner darin, daß für die einzelnen Ergebnisse die Vergleichbarkeit hergestellt worden ist, indem man für gewisse, zum Teil mehr mechanische Vornahmen bestimmte Normen geschaffen hat [2]). Eine große Fülle an sich recht schätzbaren Materials, von zahlreichen einzelnen Forschern früherer Zeit geliefert, ist dadurch in seinem Wert bedeutend vermindert, daß, weil die Gleichartigkeit der einzelnen Daten fehlt, eine Zusammenordnung derselben

1) Vor allem darf nicht übersehen werden, daß in Hinsicht der Beteiligung an den Arbeiten des Versuchswesens, wenigstens soweit die eigentlich geistige Thätigkeit in Frage kommt, keinerlei Zwang besteht; die Leiter der Versuchsstationen haben ihre Funktion überall in Folge von Berufung, bezw. freier Wahl übernommen. Wer in die betr. Stellung eintritt, kennt den Organismus, dem er angehören wird, im voraus, ist dann aber natürlich an die für denselben geltenden Bestimmungen gebunden.

2) Dahin gehören u. a. einheitliche Bezeichnungen, bestimmte Methoden der Messung gewisser Dimensionen u. s. w.

behufs Herleitung von Durchschnittswerten oft geradezu unmöglich, in vielen Fällen erst nach mühsamen Reduktionen ausführbar ist.

Es ist aber klar, daß auch mit der Gründung von Versuchsanstalten in den einzelnen Ländern noch nicht allen Anforderungen genügt werden kann, sondern daß das nach Lage der Umstände Mögliche erst erreicht ist, sobald die einzelnen Versuchsanstalten untereinander in Verbindung treten, um die Bearbeitung wichtiger Fragen gleichzeitig in Angriff zu nehmen und dabei insoweit nach einheitlichem Plane zu verfahren, daß die unmittelbare Vergleichung der an den verschiedenen Orten gewonnenen Resultate im ganzen und in ihren Einzelheiten thunlichst sicher gestellt wird. Die Organisation des forstlichen Versuchswesens kann also erst in einem Verein der forstlichen Versuchsanstalten, in welchem alle Fäden zusammenlaufen, ihren naturgemäßen Abschluß finden. Auch der Verein hat aber gegenüber den einzelnen Versuchsanstalten — ganz analog wie diese gegenüber den einzelnen, an ihr tätigen Forschern — die auf Gleichförmigkeit der Arbeiten abzielenden Maßnahmen auf das Notwendige zu beschränken, damit die eigene Initiative derselben in keinem Falle mehr, als es der Zweck erheischt, gehemmt wird.

II. Besondere Aufgaben des Versuchswesens.

§ 5. Als dem forstlichen Versuchswesen im weitesten Sinne zugehörig kann man alle Versuche und Untersuchungen betrachten, welche auf irgend einem Gebiete der Forstwirtschaft und Forstwissenschaft unternommen werden. Nachdem aber ad I die Unterscheidung zwischen Einzelforschung und Versuchsarbeiten gemacht worden ist, soll im Folgenden auch nur von denjenigen Arbeiten die Rede sein, deren vollständige Durchführung der Leistungsfähigkeit des einzelnen entzogen ist [3]). Auch können hier nur als Beispiele einige der einschlägigen Fragen angeführt werden.

Ein großer Teil der Aufgaben des Versuchswesens liegt vorab auf dem Gebiete der Holzmeßkunde, andere gehören dem Waldbau und dem Forstschutz an, wieder andere beziehen sich auf die klimatischen Einflüsse des Waldes.

1) Aus der Holzmeßkunde:

Hier handelt es sich hauptsächlich darum, daß für die Taxation gewisse Hilfen beschafft werden, welche in Folge eines korrekt erhobenen und entsprechend verarbeiteten umfänglichen Grundlagenmaterials, sowie eventuell länger fortgesetzter Beobachtung, einen genügenden Grad von Sicherheit erreichen. Dahin gehören u. a.

a) Massentafeln (event. Formzahltafeln). Wenn irgendwo, so gilt hier das Gesetz der großen Zahlen. Die erforderlichen Daten müssen als Durchschnittswerte aus einer großen Reihe von Einzelpositionen abgeleitet sein. Erwägt man, welche große Zahl von Kombinationen

---

3) Offenbar verdanken die forstl. Versuchsstationen auch nur dem Kreise dieser Arbeiten ihre Entstehung. Das hindert natürlich nicht, daß dieselben den Umfang ihrer Thätigkeit erweitern, bezw. daß, wenn einmal ein besonderes Institut für forstliche Versuche geschaffen wird, in dessen Organisation auch Arbeiten eingefügt werden, welche von einer einzelnen Kraft eingeleitet und bis an's Ende durchgeführt werden. Sind in dem Rahmen „Forstliche Versuchsstation" mehrere Spezialisten verschiedener Disziplinen (grund- oder fachwissenschaftlicher) vereinigt, so kann wechselsweise Anregung naturgemäß vielfach fördernd auf den Einzelnen wirken; es kann sich geradezu eine gegenseitige Unterstützung ergeben, welche mit gleichem Aufwand mehr erreichen läßt, als bei vollständig getrennter Thätigkeit Einzelner möglich wäre. Immerhin kommt in derartigen Arbeiten forstlicher Versuchsanstalten nicht ein neues Prinzip zum Ausdruck, sondern es liegt darin nur eine etwas andere Gestaltung bereits lange bestehender Einrichtungen: ob z. B. der berufene Vertreter der Forstbotanik an einer forstl. Lehranstalt (wie früher) für sich allein mit seinen Assistenten mykologische Forschungen durchführt, oder ob er dies (jetzt) als Mitglied einer Versuchsstation thut, ist — gleiche Mittel und event. gleiche Unterstützung durch die Forstbehörde vorausgesetzt — für den Erfolg gleichgiltig. Es darf insbesondere auch nicht der Gedanke erweckt werden, als ob die Arbeit von außerhalb der Versuchsanstalten stehenden Forschern überflüssig oder an sich eine minderwertige wäre. Das grundsätzlich Neue im Versuchswesen ist die gemeinschaftliche Arbeit für den gleichen bestimmten Zweck nach gemeinschaftlicher Methode und unabhängig von der beschränkten Dauer der Leistungsfähigkeit des Einzelnen!

sich ergibt, selbst wenn man sich auf ganz wenige Unterscheidungen (event. nur Holzart und Baumhöhe oder Holzart, Höhe und Stärke, oder Holzart, Höhe, Stärke und Alter) beschränkt, ferner daß für jede einzelne Kombination strenggenommen in der Gewinnung von einzelnen Positionen so weit gegangen werden sollte, bis das Hinzutreten neuer Erhebungen keine wesentliche Verschiebung des Durchschnittswertes mehr hervorruft, so ist einleuchtend, daß solch' umfängliches Material nicht in absehbarer Zeit von Einzelnen zusammengetragen werden kann. Vereinigen sich viele Kräfte, so kann die Arbeit in kürzester Zeit erledigt werden. Selbstverständlich müssen alle Erhebungen genau in der gleichen Weise erfolgen.

b) Ertragstafeln. Da solche den Entwickelungsgang von Beständen nachweisen sollen, so kann nur die längere Zeit andauernde Beobachtung der gleichen Bestände volle Gewißheit gewähren. Alle abgekürzten Verfahren liefern nur Näherungswerte, welche sich mit den wahren Werten, je nach Art und Umfang der einzelnen Erhebungen, Methode und Geschick der Verarbeitung u. s. w., mehr oder weniger weit decken. Der volle Beweis der Richtigkeit ist nur durch wiederholte Aufnahme der nämlichen Objekte zu erbringen. Hierzu gehören lange Zeiträume (in maximo gleich der Umtriebszeit); mithin stehen wir hier vor einer Frage, in bezug auf welche in erster Linie der Faktor „Zeit" das Eintreten der Versuchsanstalt fordert. Will man rascher zum Ziel kommen, so muß man den dadurch bedingten Mangel an Sicherheit zu paralysieren suchen, indem man die Zahl der Positionen vermehrt.

Was also einerseits an Zeit gewonnen wird, geht andererseits durch den größeren Umfang der in kürzerer Zeit auszuführenden Erhebungen verloren: in jedem Falle kann der Einzelne nicht alles erforderliche leisten. Auch hier sind der Kombinationen (aus Holzart, Standort 2c.) sehr viele.

2) Aus dem Waldbau:

Auch hier können viele bestehende Zweifel nur durch lange fortgesetzte sorgfältige komparative Untersuchungen gehoben werden. Dabei gilt es, störende Einflüsse zu eliminieren, wozu eine Mehrzahl von Beobachtungsobjekten erforderlich ist; es gilt außerdem, die Wirkungsweise einzelner bedingender Faktoren kennen zu lernen, welche zu dem Ende isoliert werden müssen. Auch auf diesem Gebiete wieder weisen uns Zeitdauer und Umfang der Arbeit gebieterisch an die Versuchsstationen.

Als Beispiele mögen genannt werden:

a) Bestandesbegründung[4]). Wahl von natürlicher oder künstlicher Verjüngung, Saat oder Pflanzung, Art der Ausführung in den verschiedensten Modifikationen und unter verschiedenen Verhältnissen; Anbau ausländischer Holzarten;

b) Bestandeserziehung. Einfluß einer nach Beginn, Häufigkeit, Umfang verschiedenen Durchforstungsweise; Wirkung des Unterbaues, des Lichtungsbetriebes.

Ferner mögen hier Erwähnung finden Versuche über den Einfluß der Streunutzung, des Waldfeldbaues u. a. m.

3) Forstschutz:

Dahin sind z. B. zu rechnen Untersuchungen über Schneedruck in Zusammenhang mit Bestandesbegründung und Bestandeserziehung.

4) Klimatischer Einfluß des Waldes:

Hierher gehören die Beobachtungen forstlich-meteorologischer Stationen.

Die Anführung dieser wenigen Fälle genügt, um das Gebiet zu kennzeichnen, auf welchem wir namhafte Förderung durch die forstlichen Versuchsanstalten erhoffen. Die Früchte ihrer Arbeiten reifen natürlich langsam, zumal fast alle bei denselben Beteiligte diesen ihre Kraft nicht ausschließlich widmen können, sondern (als Lehrer oder Verwaltungsbeamte) noch andere (zum Teil sehr umfängliche) Aufgaben zu bewältigen haben.

B. Organisation des forstlichen Versuchswesens.

§ 6. Besondere Einrichtungen für forstliche Versuche bestehen — abgesehen von den Instituten, welche an den forstlichen Lehrstätten der wissenschaftlichen Forschung der ein-

4) Als ein Beispiel für den Unterschied, welcher konsequent zwischen Arbeit des Versuchswesens und des Einzelnen gemacht wird, sei daran erinnert, daß die Untersuchungen im Bereich des Forstgartenbetriebes (Aussaat, Verschulen 2c.) kein Eintreten der Versuchsanstalten verlangen, wohl aber — schon als Vorbereitung zu eigentlichen Kulturversuchen — als treffliche Gelegenheit zur Aufklärung über einschlägige Fragen selbstredend, so viel möglich, ausgenutzt werden.

zelnen Dozenten zur Verfügung stehen, und abgesehen von den Einleitungen, welche behufs Aufklärung in einzelnen Spezialfragen von Seiten der Forstbehörden da und dort getroffen worden sind, — in Deutschland und in Oesterreich; auch Frankreich hat (seit 1882) eine forstliche Versuchsanstalt bei der Akademie zu Nancy; in der Entstehung begriffen sind in der Schweiz Einrichtungen für forstliches Versuchswesen.

I. Deutschland.

Im Deutschen Reich gibt es 9 forstliche Versuchsanstalten (bezw. Versuchsstationen), nämlich für Preußen, Bayern, Sachsen, Württemberg, Baden, Hessen, Thüringen, Braunschweig und Elsaß-Lothringen.

Die preußische Hauptstation für forstliches Versuchswesen vertritt zugleich die Staaten Mecklenburg-Schwerin und Mecklenburg-Strelitz, Anhalt, sowie die Standesherrschaft Muskau und den Magistrat von Görlitz. — Die thüringische Versuchsanstalt umfaßt Sachsen-Weimar, Sachsen-Meiningen, Sachsen-Koburg-Gotha, Schwarzburg-Sondershausen, Schwarzburg-Rudolstadt und Reuß j. L.

Die 9 deutschen Versuchsanstalten bilden den „Verein deutscher forstlicher Versuchsanstalten", welcher im Jahre 1872 (bei Gelegenheit der ersten Versammlung deutscher Forstmänner zu Braunschweig) konstituiert worden ist.

Die jetzige Organisation ist in ihren Hauptzügen folgende:

1) Der Verein[5]).

§ 7. Die Ziele des forstlichen Versuchswesens sollen durch einheitliche Arbeitspläne, durch Arbeitsteilung und angemessene Veröffentlichung der Ergebnisse gefördert werden.

Mitglieder sind die beitretenden Versuchsanstalten Deutschlands. — Die Leitung der Vereinsgeschäfte besorgt die preußische Hauptstation für forstliches Versuchswesen zu Eberswalde. Dieselbe erstreckt sich auf die Einladung zu den Vereinsversammlungen, Vorbereitung der Beratungen, Vorsitz bei denselben, Vermittelung des schriftlichen Verkehrs, Ausführung der Vereinsbeschlüsse, Vertretung des Vereins nach außen. — Beschlußfassung der Vereinsmitglieder durch freie Vereinbarung (mit Verbindlichkeit der Beschlüsse nur für die zustimmenden Versuchsanstalten); in einzelnen besonders bestimmten Fällen Majoritätsbeschluß. — In der Regel mündliche Abstimmung gelegentlich der ordentlichen und eventuell außerordentlichen Vereinsversammlungen[6]). Erstere finden möglichst im Anschluß an die jährlichen Wanderversammlungen deutscher Forstmänner statt. Jede Versuchsanstalt hat eine Stimme (bei mündlicher Abstimmung in den Versammlungen stimmen nur die durch Vertreter beteiligten Anstalten). — Gegenstände der Vereinsarbeit sind Versuche und Untersuchungen, welche eine vielseitige Bearbeitung unter verschiedenen Verhältnissen erfordern. Die Auswahl derselben geschieht durch freie Vereinbarung; die Beteiligung an der Durchführung ist nur für diejenigen Anstalten verbindlich, welche der Wahl des Gegenstandes und dem vereinbarten Arbeitsplane zugestimmt haben[7]). — Der wesentlichste Gewinn besteht in gemeinsamer Vereinbarung der Arbeitspläne[8]): Entwurf durch einen Referenten, Amendierung derselben durch die an der betr. Untersuchung beteiligten

---

5) Die Satzungen sind abgedruckt im Jahrbuch der preuß. Forst- und Jagdgesetzgebung und Verwaltung, VI. Bd. S. 70 (von 1873). — Danckelmanns Zeitschrift für Forst- und Jagdwesen V, S. 245 ff. (1873).

6) Vereinsversammlungen haben stattgefunden (nach der Konstituierung des Vereins) 1873 zu Mühlhausen (Thüringen), 1874 zu Eisenach und Freiburg i. B., 1875 zu Stubbenkammer auf Rügen, 1876 zu Eisenach, 1877 zu Bamberg, 1878 zu Stuttgart, 1879 zu Berlin-Dresden und zu Wiesbaden, 1880 zu Baden-Baden, 1881 zu Braunschweig, 1882 zu München, 1884 zu Frankfurt a. M., 1885 zu Görlitz, 1886 zu Straßburg.

7) Es ist hervorzuheben, daß die ganze Organisation keinen anderen Zwang kennt, als einen solchen, welchen sich die einzelne Versuchsanstalt durch ausdrückliche Erklärung ihrer Zustimmung zu den gefaßten Beschlüssen selbst auferlegt.

8) Alle Arbeitspläne sind im Jahrbuch der preuß. Forst- und J.-Gesetzgebung und Verwaltung, sowie in Ganghofers „Versuchswesen" veröffentlicht, hier insbes. auch mit Motiven, Formularien, Exemplifikationen u. s. w. Die bis jetzt von dem Verein beratenen und beschlossenen Arbeitspläne beziehen sich auf: Standorts- und Bestandesbeschreibung; Untersuchungen über den Festgehalt der Raummaße und das Gewicht des Schichtholzes; Aufstellung von Formzahl- und Baummassentafeln, forstliche Kulturversuche (allgemeiner Arbeitsplan, sowie Pläne für eine Reihe spezieller Fälle); Aufstellung von Holzertragstafeln; Beobachtungen an den forstlich-meteorologischen Stationen; Streuversuche; Anbauversuche mit ausländischen Holzarten; Untersuchungen des forstlichen Verhaltens ausländischer Holzarten; Erhebung der Stammzahl normal erscheinender Hochwaldbestände; Durchforstungsversuche; phänologische Beobachtungen; Regenstationen; Untersuchungen über ungleichaltrige Bestandesformen (Unterbau und Lichtungsbetrieb). Beratungen über Aufastungsversuche sind im Gang.

Vereinsmitglieder, Beschlußfassung in der Regel in der Vereinsversammlung. — Jährliche Berichterstattung über den Fortgang der Arbeiten. — Jede Versuchsanstalt hat die Befugniß, ihre Arbeiten beliebig zu veröffentlichen. Die Gesammt-Ergebnisse der durch gemeinschaftliche Arbeit des Vereins ausgeführten Versuche und Untersuchungen werden unter der Firma des Vereins veröffentlicht; Zeit und Art, Redaktion und Verlag bestimmen die bei der Arbeit beteiligten Mitglieder durch Majorität [9]).

2) Preußen.

§ 8. Die Hauptstation des forstlichen Versuchswesens wurde durch Erlaß des Finanzministers und durch Geschäftsordnung vom 14. März 1872 [10]) zu Neustadt-Eberswalde eingerichtet. Dieselbe ist mit der dortigen Forst-Akademie organisch verbunden und ressortiert mit dieser vom Ministerium für Landwirtschaft, Domänen und Forsten. Die Leitung steht dem Direktor zu. Derselbe ist in dieser Eigenschaft Kommissarius der Zentralforstbehörde. Es bestehen fünf Abteilungen, nämlich eine forstliche, chemisch-bodenkundliche, meteorologische, pflanzen-physiologische und zoologische; der forstlichen Abteilung steht ein besonders hierfür angestellter forsttechnischer Versuchsdirigent vor, die übrigen werden vom bezüglichen Dozenten der Akademie geleitet. Neben der Hauptstation bestehen Nebenstationen (der forstlichen und meteorologischen Abteilung) in einer Anzahl von Oberförstereien, in welchen Versuchsarbeiten ausgeführt werden. — Daß von den einzelnen Abteilungen viele Versuche und Untersuchungen vorgenommen werden, welche außerhalb des Bereichs der Versuchsvereins-Arbeiten liegen, vielfach auch solche, welche als Forschungsarbeit Einzelner zu charakterisiren sind, ist — wie bei jeder anderen Versuchsanstalt je nach Lage der Verhältnisse — selbstverständlich. Erhebungen über außergewöhnliche Vorkommnisse in den Forsten (z. B. Sturm- und Insektenschäden) sind ausdrücklich der Versuchsstation zugewiesen. Veröffentlichungen meist in Danckelmanns Zeitschrift für Forst- und Jagdwesen.

3) Bayern [11]).

Durch Statut der für das Königr. Bayern in München errichteten forstl. Versuchsanstalt vom 30. Dezember 1882 erfolgte die Regelung der bezügl. Verhältnisse und zwar durch das Staatsministerium der Finanzen im Benehmen mit dem Staatsministerium des Inneren für Kirchen- und Schulangelegenheiten. Der Zweck der Versuchsanstalt ist ein doppelter, nämlich einmal die forstwissenschaftliche Forschung (überhaupt, sowie in Rücksicht auf die bayrischen Verhältnisse insbesondere), sodann die Ergänzung des forstlichen Unterrichtes durch Uebungen ꝛc. — Die bayr. Versuchsanstalt ist Mitglied des Vereins deutscher forstlicher Versuchsanstalten. Sie zerfällt in zwei Sektionen, eine eigentlich forstliche und eine forstlich-naturwissenschaftliche, welch' letztere sich wieder in eine chemisch-bodenkundliche, bezw. forstlich-meteorologische und in eine forst-botanische Abteilung gliedert. Dementsprechend funktioniren drei innerhalb ihres Rayons selbständige Abteilungsvorstände (je mit besonderem Kredit arbeitend und je durch einen Assistenten unterstützt). Vorstand der forstlichen Sektion ist der Professor der Holzmeßkunde, der chemisch-bodenkundlichen derjenige der Bodenkunde, der forstbotanischen derjenige der Forstbotanik. Der Professor der forstlichen Produktionslehre ist verpflichtet, sich an dem Versuchswesen zu beteiligen; er ist Mitglied der forstl. Abteilung. Alle zugezogenen Professoren haben in ihren Fächern jährliche Praktika für die Studierenden abzuhalten. — Die Leitung des Gesamtinstituts besorgt der Anstalts-Vorstand, welcher je für drei Jahre aus der Zahl der mit dem Versuchswesen betrauten Personen ernannt wird; seine Funktionen sind hauptsächlich: Entwurf des Etats, dienstliche Korrespondenz mit dem Finanzministerium und dem Verein, Berichterstattung, Vertretung nach außen. Der Anstalts-Vorstand ist insbesondere auch der Vertreter bei den Vereinsversammlungen, zu welchen aber (den jeweiligen Beratungsgegenständen entsprechend) auch andere Abteilungsvorstände kommittirt werden können. — Regelmäßige kollegiale Beratungen. Genehmigung der Anträge durch das Finanzministerium. — Die Arbeiten werden theils zu München, theils in den Forstrevieren des Landes ausgeführt.

4) Sachsen [12]).

Erlaß des Kgl. Sächs. Finanzministeriums vom 28. März 1870. — Die bis dahin bestandene Kommission für das forstliche Versuchswesen wurde erweitert, indem sämtliche ordentliche Lehrer der Forstakademie je für ihre Fächer zugezogen wurden [13]). Vorsitzender der Kom-

---

9) Veröffentlichungen des Vereins sind bis jetzt: 1) Untersuchungen über den Festgehalt und das Gewicht des Schichtholzes und der Rinde. Ausgeführt von dem Verein deutscher forstlicher Versuchsanstalten und in dessen Auftrag bearbeitet von Dr. Franz Baur. 1879. — 2) Ertragstafeln für die Kiefer. Im Auftrage des Vereins bearbeitet durch die preußische Hauptstation von Wilhelm Weise. 1880. — 3) Erhebungen über das Vorkommen fremdländischer Holzarten in Deutschland (1882 von Weise zusammengestellt). — 4) Jahresberichte über die forstlich-meteorologischen Beobachtungen, herausgegeben von Müttrich (seit 1875). — 5) desgl. der phänologischen Beobachtungen herausgegeb. von Schwappach (seit 1886).

10) Vergl. Jahrb. der preuß. F.- u. J.-Ges. 4. Bd. S. 139.

11) Finanzministerialblatt für das Königr. Bayern von 1883, S. 1 ff.

12) Vergl. Tharander forstliches Jahrbuch 20. Band, S. 235 ff.

13) Die forstlichen Arbeiten liegen hauptsächlich in der Hand des Professors für Forstma-

mission ist der Direktor der Forstakademie zu Tharand, Mitglied ist auch der Direktor des Forsteinrichtungsbüreaus in Dresden. — Jährliche Berichte der mit Versuchen betrauten Mitglieder über den Gang der Arbeiten an den Vorstand der Kommission und durch diesen ein Gesamtbericht an das Finanzministerium. — Publikationen im Tharander Jahrbuch, hauptsächlich in dessen Supplementen.

5) **Württemberg**[14]).

Verfügung des Ministeriums des Kirchen- und Schulwesens vom 11. Juni 1872. — Verfügung der kgl. Forstdirektion an sämtliche Forst- und Revierämter vom 6. August 1872. — Verfügung des Ministeriums 2c. vom 18. Oktober 1878 — desgl. vom 20. Februar 1883.

Die forstliche Versuchsstation ist seit Ostern 1881 Universitätsinstitut zu Tübingen und ressortiert als solches vom Ministerium des Kirchen- und Schulwesens. Vorstand ist einer der ordentlichen Professoren der Forstwissenschaft, welchem ein Assistent (aus der Zahl der Forstassistenten) beigegeben ist. Die Arbeiten zerfallen in solche am Sitze der Station (theils im Versuchsgarten, theils im Büreau) und in solche, welche, im Einverständniß mit der königl. Forstdirektion, in den Staatswaldungen des Landes ausgeführt werden. Letztere beziehen sich bis jetzt hauptsächlich auf Holzertragstafeln, Durchforstungen, Anbau ausländischer Holzarten, sowie forstlich-meteorologische und phänologische Beobachtungen. Alle Arbeiten liegen in **einer** Hand. Erforderliche Beihilfe durch die Lokal-Forstbeamten. — Jährliche Berichterstattung über den Gang der Arbeiten, sowie Vorschläge für die Arbeiten des kommenden Jahres an das königl. Ministerium des Kirchen- und Schulwesens und an die königl. Forstdirektion (letztere bestreitet die Kosten für die Aufnahmen in den Staatswaldungen). — Publikationen in selbständigen Schriften[15]), sowie in der Monatschrift für Forst- und Jagdwesen und (seit 1879) in der Allgem. Forst- und Jagd-Zeitung.

Neben der Versuchsstation besteht als besonderes Universitätsinstitut eine **forsttechnische Werkstätte** zur Untersuchung der technischen Eigenschaft der Hölzer. Die Publikationen aus derselben (von Forstrat Professor Dr. von Nördlinger) finden sich meist im Zentralblatt für das gesamte Forstwesen (Wien).

6) **Baden**.

Entschließung des Gr. bad. Ministeriums des Inneren vom 16. April 1870. — Finanzministerialerlaß vom 17. Juli 1875[16]).

Die badische Versuchsanstalt, mit dem Sitze zu Karlsruhe, ist seit 1. Januar 1876 dem Ministerium der Finanzen (und zwar unmittelbar der Domänen-Verwaltung) unterstellt. Die Arbeiten zerfallen in solche in und bei Karlsruhe und solche in den Forstbezirken des Landes. — Die Leitung des Versuchswesens gehört zum Geschäftskreis der Domänen-Direktion. — Ausführung der Arbeiten durch Kommissäre, theils dem forstlichen Kollegium, theils dem Lehrpersonal der Forstschule entnommen. — Unterstützung und Förderung der Versuchsarbeiten ist Dienstobliegenheit der großh. Bezirksforsteien.

7) **Hessen**.

Die Bekanntmachung des großh. Ministeriums der Finanzen vom 11. Mai 1882[17]) bringt das Statut über Organisation und Betrieb der forstl. Versuchsanstalt für das Großherzogthum Hessen. Dieselbe steht in organischer Verbindung mit dem Forstinstitut der Landesuniversität zu Gießen; sie ist in administrativer Beziehung dem Finanzministerium unterstellt. — Die **Geschäftsleitung** (Vertretung der Anstalt als Ganzes) liegt in der Hand des Direktors des Forstinstituts. Die **Versuchsleitung** liegt beiden Professoren der Forstwissenschaft ob, je für ihre Fächer und je mit besonders eröffneten Krediten (Antragstellung an's Ministerium jährlich im September). — Die beiden Versuchsleiter haben die Anstalt abwechselnd bei den Vereinsversammlungen zu vertreten. — Arbeiten in und bei Gießen, sowie in den Waldungen des Landes. Zur Ausführung derselben ist ein Assistent beigegeben.

8) **Thüringen**.

Die thüringische Versuchsanstalt (ohne besonderes Statut, unter Leitung von Oberlandforstmeister Dr. Grebe in Eisenach) gehört dem Verein an, beschränkt sich aber auf rein forstliche Arbeiten (vergl. S. 133).

9) **Braunschweig**[18]).

Bestimmungen der herzogl. braunschweig-lüneburgischen Kammer, Direktion der Forsten vom 7. Dezbr. 1876. — Zirkular-Reskript an die herzogl. Forstmeister vom 7. Dezbr. 1876.

---

thematische Disziplinen. Derselbe besorgt in Person die Auswahl und leitet die Aufnahme der Probeflächen 2c.

14) Vergl. das Regierungsblatt von 1872, 1878 und 1883.

15) F. B. **Baur** „Die Fichte" (Stuttg. 1876); ders. „Die Rotbuche" (Berlin 1881); **Lorey**, „Ertragstafeln für die Weißtanne (Frankfurt a. M. 1884).

16) Verordnungsblatt der Domänen-Direktion von 20. XII. 1875.

17) Abgedruckt im Jahrb. für preuß. Forst- und Jagd-Gesetzgeb. XIV. Bd., 3, S. 157 ff.

18) das. IX. Bd., 1, S. 280 ff.

Die forstliche Versuchsanstalt ist der herzoglichen Kammer, Direktion der Forsten, unterstellt. Vorstand ist ein Mitglied dieser Behörde (event. ein mit dem betreffenden Referat betrauter, der Kammer untergeordneter Forstbeamter); demselben ist ein Assistent beigegeben. — Vertretung beim Verein durch den Vorstand. — Benutzung von Arbeiten des laufenden Betriebs oder von Vorarbeiten der Betriebsregulierungen zu Anstellung von Untersuchungen und Versuchen und Vornahme besonderer Versuchs-Arbeiten.

Aufnahmen bezw. Einleitung von Versuchen theils durch den Assistenten (insbesondere bei Gegenständen, welche eine einheitliche und gleichförmige Behandlung erfordern), theils durch die Oberförster (namentlich sofern die laufenden Betriebsarbeiten benutzt werden); dieselben sind dienstlich zu den betr. Ausführungen verpflichtet. — Jahresbericht des Vorstandes an die herzogl. Kammer. — Für alle Publikationen (excl. der Vereinsarbeiten) ist Genehmigung der herzogl. Kammer erforderlich.

10) Elsaß-Lothringen [19].

Seit 1882 ist die „Hauptstation für das forstliche Versuchswesen" in Straßburg selbstständiges Glied des Vereins. Sie gehört zur Finanzabteilung des Ministeriums und wird von dem ständigen technischen Hilfsarbeiter beim Ministerium geleitet, sowie beim Verein vertreten. — Arbeiten in den Staatswaldungen des Landes. — (Früher wurde Elsaß-Lothringen durch die preuß. Versuchsstation vertreten.)

11) Rückblick.

§ 9. Es ist von Interesse, zu konstatieren, welche Grundsätze in der Organisation des forstlichen Versuchswesens der deutschen Staaten zum Ausdruck gebracht worden sind. Offenbar besteht im Einzelnen keine volle Uebereinstimmung. Nach Lage der Umstände konnte dies auch nicht erwartet werden; in den einzelnen Ländern sind die Verhältnisse verschieden. In manchen Staaten konnte an bestimmte Vorgänge angeknüpft werden, während anderswo von Grund aus ein Neubau errichtet werden mußte; Verschiedenheit bestand und besteht hinsichtlich der Organe, welchen man die betreffenden Arbeiten zuweisen wollte oder konnte; sehr von einander abweichend endlich sind naturgemäß die Mittel, welche in den einzelnen Ländern für Zwecke des Versuchswesens parat gestellt werden können und hiernach, sowie nicht minder durch die verschiedenen Interessen des forstlichen Wirtschaftsbetriebes finden auch die Fragen, zu deren Lösung die einzelnen Versuchsanstalten beitragen können, eine sehr verschiedene Umgrenzung. Immerhin sind alle durch die Umstände und gewisse prinzipielle Erwägungen [20]) bedingten Verschiedenheiten in der Organisation mehr nur äußerliche; als alles beherrschende Einheit hat man — und dies ist das wesentlichste, das eigentlich entscheidende Moment — den „Verein deutscher forstlicher Versuchsanstalten", welcher, nach dem Prinzip vollkommenster Gleichwertigkeit und Gleichberechtigung der einzelnen Mitglieder entwickelt, die erforderlichen Direktiven gibt, ohne der freien wissenschaftlichen Forschung eine irgend unbequeme Schranke zu ziehen [21]). Die wichtigste Errungenschaft besteht darin, daß, was seitens der einzelnen Versuchsanstalten auf Grund der voraufgegangenen Vereinsbeschlüsse unternommen wird, sei es viel oder wenig, in einheitlicher Weise zur Behandlung kommt.

§ 10. Die angedeuteten Verschiedenheiten der Organisation im Einzelnen sind hauptsächlich folgende:

a) Mit einer forstlichen Lehrstätte in organischer Verbindung sind die Versuchsanstalten von Preußen, Bayern, Sachsen, Württemberg, Hessen, Thüringen; in Baden und Braunschweig gehören (in verschiedentlich modifizierter Weise) die Versuchsarbeiten dem Bereich der obersten Forstbehörde an, in Elsaß-Lothringen ressortieren dieselben unmittelbar von der betr. Abteilung des Ministeriums.

b) In den Staaten, deren Versuchsanstalten den forstlichen Unterrichtsstätten zugewiesen sind, ist die Einflußnahme der Forstbehörden eine verschieden weitgehende; eine Beteiligung der

---

19) von Berg, „Mitteilungen über die forstlichen Verhältnisse von Elsaß-Lothringen (1883) S. 144 ff.

20) Vergl. den Abschnitt C. über die geschichtliche Entwickelung insbes. S. 141 ff.

21) In diesem Urteil stimmen alle bei der Sache Beteiligten überein; gewisse Zweifel, welche da und dort erhoben worden sind, vielleicht noch ab und zu laut werden, sind mindestens in dieser Beziehung ganz gegenstandlos.

letzteren findet, schon wegen der Arbeiten in den Staatswaldungen und der etwaigen Zuziehung der Lokalforstbeamten, immer statt.

c) In bezug auf die Organisation der Anstalt selbst zeigen sich Unterschiede in der Art der Vorstandschaft (dauernd oder wechselnd), sowie in den Befugnissen des Vorstandes gegenüber der vorgesetzten Behörde und gegenüber den Abteilungsvorständen, in der Vertretung bei den Vereinsversammlungen, sodann insbesondere hinsichtlich der Art und des Umfangs der speziell für das forstliche Versuchswesen getroffenen Einrichtungen (Laboratorien, Forstgärten u. s. w.), bezw. der Ausdehnung des Arbeitsgebietes.

II. Oesterreich.

§ 11. Statut für das staatliche forstliche Versuchswesen in Oesterreich [22]) (sanktioniert am 8. VII. 1875; in Kraft seit 1. VIII. 1875). — Programm des staatl. land- und forstwirtschaftl. Versuchswesens vom 22. Novbr. 1878. — Erlaß des Ackerbauministeriums vom 4. VII. 1883 an sämtliche Forstvereine Oesterreichs betr. die jeweiligen nächsten Aufgaben des Versuchswesens [23]). Die Versuche und Untersuchungen werden vorgenommen a) von Organen, welche für das Versuchswesen dauernd angestellt sind; — b) von solchen Kräften, welche für die Versuchszwecke zwar nur vorübergehend, aber ausschließlich verwendet werden; — c) von Personen, welche unbeschadet ihres sonstigen Berufes für die Vornahme einzelner Versuchsarbeiten mit oder ohne Entgelt gewonnen werden.

ad a) Versuchsleiter und Adjunkten. Ersterer (vom Kaiser auf Vorschlag des Ackerbauministers ernannt, im Rang ꝛc. den ordentlichen Professoren der Hochschule für Bodenkultur gleichstehend) hat die Anstalt zu leiten, die zuzuziehenden Personen vorzuschlagen, die Privaten für die Aufgaben des Versuchswesens zu interessieren, das jährliche Arbeitsprogramm zu entwerfen, Hilfsmittel aller Art (Instrumente) zu beschaffen, die Ausführungen zu überwachen, die beteiligten Beamten anzuleiten, sowie einen Jahresbericht zu erstatten. Adjunkten bis zu 4 an Zahl. — ad b) Hierfür spezielle Anordnungen vom Ackerbauministerium, insbes. betr. dem Staatsforstdienst angehörige Personen. — ad c) Vornämlich Lehrkräfte von Hochschulen, Organe des Staats- und Privatforstdienstes.

Nach dem Statut der Anstalt ist es ermöglicht, jede beliebige geeignete Kraft zu den Arbeiten des Versuchswesens heranzuziehen und überdies dieselbe mit verhältnismäßig geringstem Aufwand den Zwecken der Versuchsanstalt dienstbar zu machen, sofern gewisse Arbeiten einzelnen Persönlichkeiten (z. B. Forstbeamten) als Nebengeschäfte übertragen werden können und insbesondere für Lösung bestimmter Aufgaben nicht immer seitens der Versuchsanstalt ein besonderer Apparat beschafft und in Szene gesetzt werden muß [24]). Oesterreich bietet zu Versuchen der verschiedensten Art sehr reichliche Gelegenheit, aber Oesterreichs Versuchswesen hat doch mit mehrseits recht ungünstigen Verhältnissen zu rechnen. Dahin gehört vor allem der geringe Staatswaldbesitz, der auf die verschiedenartigsten standörtlichen und wirtschaftlichen Verhältnisse und überdies in sehr ungleicher Weise verteilt ist; erschwerend wirkt sodann die durch eben diese Verschiedenheit aller Verhältnisse bedingte Verschiedenheit der Interessen, weil es infolge dessen vielfach kaum möglich ist, einheitliche Pläne für solche Arbeiten, welche den Zwecken der Wirtschaft direkt dienen sollen, anders als in allgemeinen Zügen zu entwerfen und unter den Fragen, welche der definitiven Antwort harren, solche von anerkannt überall hervortretender Wichtigkeit zu bezeichnen. Bald wird dieses bald jenes lokale Interesse überwiegen, dieser oder jener Einfluß auf die Unternehmungen der Versuchsanstalt sich geltend zu machen suchen, so daß es in der That nicht zu verwundern ist, wenn das Versuchswesen Oesterreichs im ganzen und einzelnen mit besonderen Schwierigkeiten zu kämpfen hat [25]).

Auf Anregung durch den österreichischen Forstkongreß von 1882 hat das k. k. Ackerbau-

---

22) vergl. von Seckendorff, „Das forstl. Versuchswesen ꝛc." S. 84 ff.

23) vergl. Zentralblatt für das ges. Forstwesen von 1883 S. 491 ff. (August — Sept.-Heft).

24) Der Kostenpunkt spielt eine sehr wesentliche Rolle. Ersparnisse, wo immer möglich, sind anzustreben. Ob aber die ganze Institution an Stetigkeit der Leistungsfähigkeit und freier Bewegung gewinnt, wenn man vielfach von außerhalb stehenden Personen oder anderen Anstalten abhängig ist, indem man nicht ganz selbständig vorgeht, bezw. nicht für beigesteuerte Arbeit vollen Ersatz bieten kann, — erscheint zweifelhaft.

25) Die Notwendigkeit oder auch nur der (an sich ja berechtigte) Wunsch, den verschiedensten Anforderungen gleichzeitig gerecht zu werden, muß eine gewisse Unruhe erzeugen, welche bei wissenschaftlicher Arbeit besonders unangenehm empfunden wird.

Ministerium unterm 4. Juli 1883 an sämtliche Forstvereine Oesterreichs einen Erlaß gerichtet betr. die jeweilig nächsten Aufgaben des Versuchswesens [26]), in der Absicht, damit die Beratungen eines Fachkongresses vorzubereiten, welcher (aus Delegierten der Vereine bestehend) periodisch zusammentreten sollte, um sich über die Arbeiten des Versuchswesens zu äußern. Zu dem Ende brachte jener Erlaß ein umfassendes Programm des Versuchsleiters (d. z. Regierungsrat Professor Frhr. Dr. von Seckendorff in Wien), welcher namentlich die notwendigen Vornahmen auf dem Gebiete der Formzahl- und Baummassentafeln, Durchforstungsversuche, Holzertragstafeln, Kulturversuche, entomologischen und mykologischen Untersuchungen, sowie phänologischen und klimatologischen Beobachtungen darlegt. Der erste bezügliche Fachkongreß tagte am 11. und 12. März 1884 in Wien und hat nach langer, eingehender Beratung das mitgeteilte Programm im allgemeinen gebilligt. In bezug auf die relative Dringlichkeit der Aufgaben wurden von vielen Seiten, neben forstmeteorologischen Arbeiten, Kultur- und Durchforstungsversuche vorangestellt, dann folgen Erhebungen behufs Aufstellung von Ertragstafeln, Formzahl- und Massentafeln.

Die Publikationen der österreichischen Versuchsanstalt, welche sich auf sehr verschiedene Gebiete erstrecken und großentheils die Ergebnisse eifrigster Einzelforschung darstellen, sind als „Mitteilungen aus dem forstlichen Versuchswesen Oesterreichs“ in zwei umfangreichen Bänden (je mehrere Hefte begreifend) erfolgt (1878, 1881).

III. Schweiz.

§ 12. Die Einrichtung einer forstlichen Versuchsstation ist seit einer Reihe von Jahren geplant; schon bei Schaffung einer dritten forstlichen Professur am eidgenössischen Polytechnikum zu Zürich hatte man die Beteiligung des betreffenden Professors beim forstlichen Versuchswesen im Auge. Ein bezüglicher Bundesbeschluß wurde am 27. März 1885 gefaßt [27]) und am 4. April 1885 publiziert. Danach soll im Anschluß an die forstliche Abteilung am eidgenössischen Polytechnikum in Zürich eine Zentralanstalt für das forstliche Versuchswesen (mit vorläufig einer forstlich-meteorologischen Station) errichtet werden. Die Anstalt soll unter Aufsicht und Leitung einer Kommission von 5—7 Mitgliedern stehen, welche vom Bundesrate erwählt wird. Darunter sollen sich drei ausübende Forstbeamte aus den Kantonen befinden. Der erforderliche Kredit ist jährlich in das Budget des Departements des Innern aufzunehmen. Die Organisation im Einzelnen soll durch besondere bundesrätliche Verordnung festgesetzt werden.

Nach neuester Mitteilung [28]) soll die Organisation nunmehr bald an die Hand genommen werden.

C. Geschichtliche Entwickelung [29]).

§ 13. Bevor der heutige Stand des forstlichen Versuchswesens erreicht werden konnte, mußte die Ueberzeugung von der Notwendigkeit planmäßigen Vorgehens eine allgemeine geworden sein. Hierzu aber bedurfte es einer längeren Zeit der Vorbereitung, welche dann durch die in's Leben tretende neue Organisation allerdings rasch ihren Abschluß fand. In kurzer Frist wurde von 1872 ab das ganze Gebäude, so wie es jetzt da steht, aufgeführt, nachdem die nötigsten Bausteine vorher, und zwar viele darunter durch recht mühsame Arbeit zusammengetragen und zugerichtet worden waren. Mancher zum Teil recht heftige Meinungskampf ist dabei durchgekämpft worden. Als aber nach dem großen Kriege von 1870 Deutschland neu erstanden war, und in 1872 Deutschlands Forstleute in Braunschweig zum ersten Male zu einer allgemeinen deutschen Versammlung sich einfanden, da wurde bei diesem Anlaß auch der Verein deutscher forstlicher Versuchsanstalten gezeitigt, und alles, was bislang über die Frage gesprochen und geschrieben war, hatte dadurch mit einem Male eine greifbare Gestalt gewonnen.

§ 14. Die Anfänge des forstlichen Versuchswesens haben wir in die Zeit zu versetzen, in welcher die Notwendigkeit exakter, planmäßiger, komparativer Forschung zum ersten Male scharf und unzweifelhaft ausgesprochen und zugleich dargelegt worden ist, daß ohne ein Eingreifen, welches die Mangelhaftigkeit der Einzelleistung beseitigt, auf viele Fragen eine befriedigende Antwort nicht gefunden werden kann. Manche an sich sehr beachtenswerte

---

26) vergl. Zentralblatt für das ges. Forstwesen von 1883, S. 491 ff.

27) vergl. Schweizerische Zeitschrift für das Forstwesen, Jahrgang 1885, II. Heft, S. 148.

28) Daselbst Jahrgang 1886, I. Heft, S. 31.

29) vergl. u. a. Baur, Dr. Frz., „Ueber forstliche Versuchsstationen“. Ein Weck- und Mahnruf &c. Stuttg. 1868. — Briefe aus Bayern. Allg. Forst- und Jagd-Zeitung 1869, S. 300 bis 317 und S. 344—359. Daselbst zahlreiche Litteraturangaben.

Anregung aus früherer Zeit kann, weil der erforderliche Umfang der Arbeiten nicht hervorgehoben wurde, nicht eigentlich einbezogen werden. So hat z. B. Hundeshagen in der forstlichen Statik zwar ein Gebiet bezeichnet und zu bebauen begonnen, welches unzweifelhaft großentheils dem Versuchswesen zugehört; aber da von ihm nur auf Arbeiten abgehoben wurde, welche aus der Initiative Einzelner hervorgehen sollten, während die einheitliche Methode fehlte, so konnte das schöne Ziel der festen Begründung forstlicher Lehren nicht erreicht werden. Mit weitergehenden Plänen trat v. Wedekind, Großh. hess. Oberfostrat zu Darmstadt, an die Sache heran [30]), indem er eine Art Organisation vorschlug, ein Komitee, dessen Aufgabe es sein sollte, die bereits vorhandenen Daten zu sammeln, zu sichten und zu ordnen [31]). „Eine Gesellschaft reicher Forstfreunde oder eine Staatsregierung" würde dies am besten bewirken. Erfolg hatten v. Wedekinds Vorschläge nicht.

Beachtenswert ist das Vorgehen einzelner Staatsregierungen, welche sich für die Praxis notwendige Behelfe (hauptsächlich auf dem Gebiete der Taxation) beschaffen wollten. So wurde z. B. in Baden durch die Taxations-Instruktion [32]) die Anlegung ständiger Versuchsflächen eingeleitet. In Bayern kamen die bekannten Massentafeln zu Stande [33]); in Hannover wurde die Entstehung der Burckhardt'schen Hilfstafeln möglich.

Auch seitens einer Reihe von Versammlungen (z. B. derjenigen der deutschen Land- und Forstwirte in Karlsruhe 1838) wurden Anläufe genommen, dabei gelegentlich auch (1839 zu Potsdam) das Vertrauen ausgesprochen, daß die Forstdirektionen die Unternehmung von Versuchen befördern möchten; die Ausführung einzelner Versuchsarbeiten bildete mehrere Jahre hindurch ein ständiges Thema, aber ein brauchbares Resultat wurde nicht erzielt. Außer der Versammlung deutscher Land- und Forstwirte beschäftigte sich namentlich die Versammlung süddeutscher Forstwirte mit dem Gegenstande. Bei der Versammlung zu Darmstadt im Jahr 1845 trat insbesondere Dr. Carl Heyer durch einen Aufruf zur Bildung eines forststatischen Vereins lebhaft für die Sache ein, indem er, an das Beispiel der Landwirtschaft anknüpfend, die Notwendigkeit komparativer Untersuchungen für die Forstwirtschaft nachwies, dabei zur Vermeidung von Zersplitterung eine weise Beschränkung auf die wichtigsten Fragen insbes. die Gewinnung guter Holzertragstafeln betonend. Seitens der Versammlung erhielt auf Vorschlag einer Kommission [34]) Carl Heyer den Auftrag, eine bezügliche Instruktion auszuarbeiten. Letztere konnte bei der Versammlung zu Freiburg i. B. 1846 als „Anleitung zu forststatischen Untersuchungen" vorgelegt werden und stellt unzweifelhaft den ersten ausführlicheren Plan zur Organisation des forstlichen Versuchswesens dar. Es sollte ein forststatischer Verein gegründet werden. Die Beteiligten hätten sich zu verpflichten, ihre Erhebungen nach den durch die Gesellschaft beschlossenen Vorschriften auszuführen. Die Einzelvorschriften (über Maße, Festlegung der Probeflächen ꝛc.) stehen in der Anleitung. Jährlich sollte über die Versuche berichtet, deren Ergebniß in besonderen Druckheften den Vereinsmitgliedern mitgeteilt werden. Bereits in Freiburg beantragte übrigens Carl Heyer, nachdem er die Unzulänglichkeit aller nur privaten Tätigkeit erkannt hatte, daß unter der Aegide einer Staatsregierung sich der Verein bilden möge. Baden wurde für die Führerschaft ausersehen, aber an dem entschiedenen Widerspruch des Forstrats Dr. Klauprecht aus Karlsruhe scheiterte nicht nur dieser Vor-

---

30) Angeregt insbes. durch Hundeshagens Arbeiten über den Einfluß der Waldstreunutzung und der Bodenkraft (cfr. Allg. F.- u. J.Z. II. Jahrg. 1826 S. 99 Anmerkung) stellte v. Wedekind zunächst eine auf diesen Gegenstand bezügliche Preisaufgabe, welche aber nicht befriedigend gelöst wurde, zumal v. W., ohne den Umfang der durch solche Probleme bedingten Untersuchungen zu würdigen, zu viel verlangte.

31) vergl Neue Jahrbücher der Forstkunde, Heft 1. S. 51 u. 52.

32) vom 21. Febr. 1843; bei Müller in Karlsruhe erschienen.

33) München 1846.

34) Bestehend aus Arnsperger (Karlsruhe), S. Mantel (Aschaffenburg), v. Gehren (Melsungen).

schlag, sondern dem ganzen Projekt Carl Heyers wurde die Spitze abgebrochen. Klauprecht erklärte es als einen Beweis für Mangel an Thatkraft und Liebe zur Wissenschaft, wenn man auf dem Gebiete der forstlichen Statik Staatshilfe beanspruche, während doch deutscher Fleiß und deutsche Energie genügen werde zur Erreichung des Zieles.

§ 15. Trotz allseits lebhafter Bewegung kam man also nicht vorwärts; die Frage war längst noch nicht spruchreif.

Neue Organisationsvorschläge erschienen gegen Ende der 50er Jahre, zunächst anläßlich einiger Rezensionen [35]), sodann durch einen Aufsatz von Dr. Gustav Heyer: „Unsere Aufgaben in der nächsten Zeit“ [36]). Es folgte ein von Gustav Heyer, Eduard Heyer und Martin Faustmann erlassener Aufruf zu forststatischen Untersuchungen [37]), ferner ein Artikel von Dr. Franz Baur (von Weißwasser aus): „Was könnte in Oesterreich für forststatische Untersuchungen geschehen“? Jedenfalls war durch alle diese Aeußerungen die Sache wieder in Fluß gebracht.

Zunächst ordnete in Sachsen das kgl. Ministerium der Finanzen die Anlage mehrerer Versuchsstellen an [38]); die Forstvermessungsdirektion zu Dresden wurde als Zentralstelle für Zusammenfassung der Resultate bestimmt und eine Instruktion ausgearbeitet. Beiträge zu einer solchen lieferte Preßler, demnächst Oberforstmeister Roch in Dresden und Judeich. Streuuntersuchungen, sowie die Errichtung von meteorologischen Stationen folgten. Aus sich selbst heraus entwickelte sich die Organisation, welche in dem vereinten Wirken der akademischen Dozenten zu Tharand und der Vermessungsdirektoren zu Dresden gipfelte.

In Bayern gab zunächst von Aschaffenburg aus Ebermayer eine erneute Anregung durch einen Aufsatz über forstliche Versuchsstationen [39]), in welchem er für Uebertragung der Versuchs-Aufgaben an den Staat plädierte. Trennung in rein wissenschaftliche und praktische Fragen, Vornahme und Leitung der Versuche durch einen praktischen Forstmann und einen Vertreter der Naturwissenschaften wurde gefordert, eine Uebersicht wichtiger Aufgaben, die rein forstlichen von Professor C. Gayer zusammengestellt, wurde vorgelegt. Das Ergebnis war die Gründung meteorologischer Stationen in Bayern (Anfang der Beobachtungen ca. 1867), daneben die Anlegung von Probeflächen zur Untersuchung der Waldstreufrage, sodann Aufastungs- und Durchforstungsversuche. Von Gayer erschien 1867 ein beachtenswerter Aufsatz: „Ueber forstliche Versuchsstationen insbesondere in Bayern [40]); Ebermayer schrieb über „Aufgabe und Bedeutung der forstlich-meteorologischen Stationen in Bayern“ [41]).

Auch in Württemberg, Baden, Hessen, Braunschweig, Preußen (Lehrforste bei Eberswalde) geschah einzelnes, bald mehr, bald weniger, jedoch ohne ausgesprochene Organisation des Versuchswesens.

§ 16. Ein für die Folge entscheidender Schritt geschah dann 1868 von Professor Dr. Franz Baur zu Hohenheim, welcher in diesem Jahr seine mehrerwähnte Schrift: „Ueber forstliche Versuchsstationen. Ein Weck- und Mahnruf ꝛc.“ [42]) herausgab. Darin wird energisch für Staatshilfe eingetreten: ein Netz von Versuchsstationen soll planmäßig über

35) Allg. F.- u. J.-Zeitg. von 1856 S. 207 ff., S. 248 ff. — Krit. Bl. Bd. 38. Heft 1. (1856) S. 7 ff.

36) Allg. F.- u. J.-Z. 1857, S. 1 ff. — Darin ist namentlich auf das „Gesetz der großen Zahlen“ hingewiesen, welches im Walde für viele Fragen Geltung habe.

37) Allg. F.- u. J.-Z. von 1857. S. 405 ff.

38) betr. Entwickelung verschiedener Holzarten unter verschiedenen Anbauverhältnissen und Wirkung der Durchforstungen; cfr. Tharander Jahrbuch Bd. 15. (1865) S. 1 ff.

39) Zeitschrift des landwirtsch. Vereins in Bayern 1861, S. 370 ff.

40) Monatsschr. für Forst- u. Jagdwesen von Baur, S. 201 ff. — Trennung in Hauptstation und Nebenstationen (letztere die Oberförstereien), erstere zerfallend in forstlich-physiologische und forstlich-statische Abteilung, Assistenz, Versuchsgarten u. s. w. werden verlangt.

41) Augsburg. Allg. Zeitg. 1868, Nr. 23 u. 24).

42) Stuttgart, Schweizerbart, 1868.

ganz Deutschland gelegt werden, die Leiter derselben sollen untereinander in ständige Verbindung treten. Die Versuchsstationen werden (nach Gayer) in Haupt- und Nebenstationen geteilt. Als Sitz der Hauptstation erscheint am zweckmäßigsten die Forstlehranstalt des Landes, weil sich in erster Linie die forstlichen Professoren beteiligen müßten, weil daselbst die Hilfsmittel an Apparaten zc. am reichlichsten und auch Hilfskräfte (für Chemie, Physik, Botanik zc.) jederzeit verfügbar seien, sofern solche für den Kreis der Untersuchungen, welche daselbst (auf kleinem Raume) ausgeführt werden könnten, beigezogen werden wollten. Den betr. Dozenten soll die eventuelle Beteiligung zur Pflicht gemacht werden. Den Nebenstationen (zahlreiche Reviere des Landes) fielen die Untersuchungen im Walde und die meteorologischen Beobachtungen zu. Zur Leitung sei ein Vorstand (aus Lehrern, Direktionsbeamten und Lokalforstbeamten) zu bestellen; Versuchsdirigent könne für die Hauptstation ein forstlicher Lehrer werden. Wolle man zunächst keine besonderen (wandernden) Dirigenten der Nebenstationen ernennen, so müsse ein Assistent die dortigen Arbeiten unter Leitung, bezw. möglichster Beteiligung des Dirigenten der Hauptstation besorgen. Zur Bestreitung der Kosten sei ein besonderer Kredit zu eröffnen. Für das Kultministerium komme der Unterrichtszweck, für das Finanzministerium die Wirtschaft im Walde direkt in Betracht. Dies ist ungefähr der Inhalt von Baur's Vorschlägen.

§ 17. An deren Veröffentlichung schloß sich begreiflicherweise eine lebhafte Debatte an, welche nicht sowohl Zweifel darüber laut werden ließ, ob überhaupt etwas in der beregten Sache zu geschehen habe, — denn darüber war man, wie es scheint, nunmehr vollkommen einig —, als vielmehr die Form der Durchführung, die zweckmäßigste Organisation betraf. In dieser Hinsicht wurden alsbald wieder Stimmen laut, welche der freien Betätigung der einzelnen Interessenten ein größeres Feld zuweisen und den Staat vor allem zur Gründung geeigneter Sammelstellen für das zuströmende Material an Beobachtungs- und Versuchsergebnissen veranlassen wollten [43]).

Als nun am 31. August 1868 die 26ste Versammlung der deutschen Land- und Forstwirte in Wien zusammentrat, war so weit vorgearbeitet, daß in einer Sektionssitzung nach einem längeren einleitenden Vortrage Ebermayers die Wahl eines Komitees von fünf Mitgliedern beschlossen werden konnte, mit der Aufgabe, einen Plan für die forstlichen Versuchsstationen zu beraten und die dringendsten Arbeiten zu bezeichnen, dabei sich über die zweckmäßigste Organisation auszusprechen und den betr. Regierungen Bericht zu erstatten. Man wählte für Oesterreich: Akademiedirektor Wessely von Mariabrunn, für Preußen: Akademiedirektor Dr. G. Heyer von Münden, für Bayern: Professor Ebermayer zu Aschaffenburg, für Sachsen: Oberforstrat Judeich zu Tharand, für Württemberg: Professor Dr. Baur zu Hohenheim. Am 22. Novbr. 1868 trat dieses Komitee in Regensburg zusammen [44]). Die Organisationsfrage wurde vorangestellt. Nach Ansicht des Komitees bedingen die verschiedenen staatlichen Verhältnisse eine verschiedene Regelung des Versuchswesens. Für größere Staaten (Oesterreich, Preußen, Bayern) sollen selbständige Versuchsbureaux gegründet werden, deren Dirigent Mitglied der obersten Forstbehörde ist; für kleinere Staaten sei (schon der beschränkteren Mittel wegen) die Verbindung mit der Forstakademie zweckmäßig, deren Lehrkräfte dann entsprechend zu vermehren sein würden. Sodann wurde eine Anzahl wichtiger Fragen zur Untersuchung empfohlen und endlich die Gründung eines Bundes zur Förderung der gemeinsamen Interessen des Versuchswesens dringend befürwortet.

§ 18. Durch diese Beratungen war für eingehendere Diskussion der Boden geschaffen. Es äußerten sich in der Frage u. a. Danckelmann [45]), welcher im großen und ganzen den

43) Gerike im Jahrbuch des schlesischen Forstvereins für 1868, S. 223 ff.

44) Der erkrankte Wessely war durch Prof. Dr. Oser von Mariabrunn vertreten — Sitzungsprotokoll siehe Allg. F.- u. J.-Z. von 1868, S. 476 ff. und Danckelmanns Zeitschr. Bd. 1, S. 526 ff.

45) Zeitschr. f. F. u. J. Bd. 1, S. 438 ff. „Ueber die Organisation des forstlichen Versuchswesens."

Anschauungen Baurs zuneigte, bezw. die Verbindung des Versuchswesens mit der forstlichen Lehrstätte auch für große Staaten als die zweckmäßigste Organisation erklärte: Administrative Oberleitung durch die Zentralforstbehörde, Dirigent ist der Akademiedirektor, die wissenschaftliche Leitung liegt dem event. verstärkten Lehrkörper ob (cfr. im allgemeinen die jetzt in Preußen bestehende Einrichtung).

Ferner schrieb Professor Dr. Heß in Gießen [46]), welcher mehr der Zentralisierung am Sitze und in Vereinigung mit der obersten Forstbehörde das Wort redet, indem er dafür namentlich geltend macht, daß letztere die Bedürfnisse, Lokal- und Personalverhältnisse des Landes am besten kenne, ihr allein die nötige anordnende Gewalt beiwohne, daß einem Teil der ohnedies auszuführenden Arbeiten des laufenden Betriebes der Charakter von Versuchen gegeben werden könne.

In die Erörterungen griffen dann insbes. ein: Professor Schuberg zu Karlsruhe [47]), Judeich [48]), Dr. A. von Seckendorff [49]), dann wiederholt Heß [50]) u. a. m. Alle Gründe für und gegen diese oder jene Organisation, im großen und ganzen und in Hinsicht auf Einzelheiten, wurden lebhaftest erwogen. Man kam mit der Debatte mitten in die Kriegszeit.

§ 19. Inzwischen aber waren von einzelnen deutschen Staaten schon bestimmte Anordnungen getroffen worden. So in Baden (1870), Sachsen 1870, Preußen (1872), Württemberg 1872. Dann erfolgte zu Braunschweig im Herbst 1872 die Gründung des Vereins deutscher forstlicher Versuchsanstalten, und nun entwickelte sich im Verlauf weniger Jahre diejenige Gestaltung des forstlichen Versuchswesens, welche dasselbe heute charakterisiert. Ad B, 11 ist auf die Verschiedenheiten aufmerksam gemacht worden, welche bezüglich der Organisation heute noch bestehen. Darnach hat eigentlich keine der so lebhaft umstrittenen Organisationsmöglichkeiten einen vollständigen Sieg errungen, derart, daß das nämliche leitende Prinzip allgemein maßgebend geworden wäre. Viele Gegensätze sind inzwischen aber bedeutend abgeschwächt worden, nachdem sich in ernster Arbeit gezeigt hat, daß auf verschiedenen Wegen Gutes erreicht werden kann. Alle im einzelnen etwa noch schwebenden Streitfragen sind in der Tat unendlich klein im Vergleich zu der großen Summe dessen, was allen Versuchsanstalten gemeinsam ist. Das Arbeitsfeld derselben ist unerschöpflich. Soll aber eine rasche Förderung auf allen Gebieten der Forstwirtschaft und -wissenschaft erfolgen, so müssen selbstlos alle Kräfte einsetzen: die Arbeit der Versuchsanstalten muß sich verbinden mit der Arbeit des Einzelnen, die des Dozenten mit derjenigen des Praktikers; nur durch solche wechselseitige Ergänzung kann das Ziel erreicht werden.

46) „Ueber die Organisation des forstlichen Versuchswesens." Akademische Antrittsrede. Gießen 1870.
47) Monatsschrift für die F. u. J. 1870, S. 281 ff., 1871, S. 254 ff.
48) Tharander Jahrbuch, XXI. Bd., 1871, S. 1 ff.
49) Allg. F.- u. J.-Z. 1871, S. 149 ff.
50) Allg. F.- u. J.-Z. 1871, S. 12 u. 1872, S. 185.

III.

Forstgeschichte.

Von

Adam Schwappach.

Litteratur: Stieglitz, geschichtliche Darstellung der Eigentumsverhältnisse an Wald und Jagd in Deutschland, 1832. — Bernhardt, Geschichte des Waldeigentums, der Waldwirtschaft u. Forstwissenschaft in Deutschland, 1872—75. — Roth, Geschichte des Forst- u. Jagdwesens in Deutschland, 1879. — Schwappach, Handbuch der Forst- u. Jagdgeschichte Deutschlands (1. Lief. 1885, 2. Lief. 1886). Für den biographischen Teil: Heß, Lebensbilder hervorragender Forstmänner u. um das Forstwesen verdienter Mathematiker, Naturforscher u. Nationalökonomen, 1885.

I. Abschnitt. Von den ältesten Zeiten bis zum Ende der Karolingerzeit.

§ 1. Als die Germanen bei ihrer großen Wanderung nach Westen in Deutschland angekommen waren und hier bleibende Niederlassungen gründeten, war das Privateigentum bei ihnen noch sehr wenig entwickelt; der Völkerschaft, sowie der Sippe, welche damals wohl noch in den meisten Fällen mit den Heeresabteilungen zusammenfielen, stand der größte und wertvollste Teil des Besitzes, namentlich auch Grund und Boden zu.

Wenn sich eine Völkerschaft ansiedelte, so okkupierte sie als ganzes möglichst ausgedehnte Länderstrecken, wie solche sowohl zum Schutz gegen feindliche Angriffe als namentlich auch wegen der extensiven, hauptsächlich auf Jagd- und Viehzucht basierenden Wirtschaft noch notwendig waren.

Die äußerste Zone des von einer größeren Gemeinschaft (Gau, bez. Cent) okkupierten Landes wurde durch den sog. Grenzwald, marca, gebildet, welche aber nicht nur Waldungen, sondern auch Seeen, Flüsse, Felsen, Sümpfe umfaßte und unter der völkerrechtlichen Verfügung dieser Gemeinschaft stand.

Der näher an den einzelnen Niederlassungen gelegene Teil des Gebietes blieb ebenfalls im Gemeinbesitz, wurde aber von dem betr. Dorf oder Höfekomplex gemeinschaftlich benützt und als deren Allmende oder ebenfalls als Mark bezeichnet. Die Bewohner des betr. Dorfes, die Markgenossen, hatten ursprünglich unbeschränkte Jagd-, Fischerei-, Holzungs-, Weide- und Rodeberechtigungen in der Allmende.

Nicht immer war dieselbe nur für ein einziges Dorf bestimmt, sondern öfters für mehrere Dörfer gemeinsam, ein Verhältnis, welches sich von Anfang an bereits so gestaltet haben konnte, meist aber erst eine Folge späterer Kolonisation war.

Das Sondereigen an Grund und Boden beschränkte sich auf die Wohnstätte, den diese umgebenden Hofraum und das Ackerland (die verteilte Feldmark im Gegensatz zur unverteilten Waldmark).

Auch nach der Niederlassung blieb der Geschlechterverband noch lange Zeit maßgebend für die Gestaltung des wirtschaftlichen Lebens. Die Genossenschaft der zu einer Sippe gehörigen freien Männer, die Markgenossenschaft, war die älteste Form einer sozialen und wirtschaftlichen Organisation. Allein allmählich wurde durch Teilung, Auswanderung und ungleiche Vermehrung die Uebereinstimmung zwischen Gemeinde- und Geschlechtsgenossenschaft zerstört, und an Stelle der letzteren trat die Genossenschaft der Nachbarn, der Dorf- oder Hofmarkgenossen.

Mit dieser Umgestaltung war auch eine tiefeingreifende Aenderung in der alten Gleichheit des Besitzes verbunden. Bei dem Steigen der wirtschaftlichen Kultur und der Vermehrung der Bevölkerung gingen immer größere Stücke des Gebietes in den Privatbesitz über und konnte neues Gelände für die Landwirtschaft nur mehr durch schwere Kulturarbeit an Wald und Sumpf gewonnen werden.

Hiezu waren aber zahlreichere Arbeitskräfte erforderlich, als sie der großen Mehrzahl der Genossen, namentlich aber auch den Besitzern ausgedehnter Landstriche, dem König, der Kirche und weltlichen Großen zur Verfügung standen. Da sich viele Markgenossenschaften schon in früher Zeit gegen den Zuzug von Fremden abgeschlossen hatten, da ferner auch die nachgeborenen Söhne und Töchter sich nach Terrain für neue Niederlassungen umsehen mußten und endlich zu Karls des Großen Zeiten massenhafte Versetzungen von unterworfenen Völkerschaften nach entlegenen Landstrichen erfolgten, so boten die ausgedehnten Besitzungen der Kirche und weltlichen Großen für alle diese Personen eine willkommene Zufluchtsstätte.

Zu diesem rein wirtschaftlichen Momente kamen auch noch andere Gründe, welche immer mehr kleine Freie veranlaßten in ein persönliches Schutz- und Abhängigkeitsverhältnis zu den geistlichen und weltlichen Großen zu treten. Solche waren: die Verschuldung infolge des strengen Kompositionensystems der Volksrechte, die Verwüstung des Landes durch innere Kriege und feindliche Einfälle, die unerschwinglichen Lasten des Kriegsdienstes und die Schenkungen an die Kirche mit Rücksicht auf das ewige Seelenheil und die Erlassung der Sündenstrafen.

Das Resultat dieser Entwicklung war die Ausbildung der großen Grundherrschaften, welche für die Wirtschaftsgeschichte des Mittelalters von der höchsten Bedeutung sind, ferner hiemit zusammenhängend die Entstehung einer großen Rechtsungleichheit und die bedeutende Verminderung des Standes der Freien, sowie endlich die Umwandlung der freien Markgenossenschaften in grundherrliche und die Gründung von Hofmarkgenossenschaften.

Ihre volle Ausbildung erlangten die großen Grundherrschaften, als sie sich durch die Erlangung der Immunität immer mehr von der Einwirkung der öffentlichen Gewalt loslösten. Neben der Abgabefreiheit erhielten die Grundherren durch dieselbe auch das Recht der Gerichtsbarkeit über ihre Hintersassen, den Heerbann und die Exemtion von der Grafengewalt. Alles zusammen verlieh endlich den „Immunitäten" d. h. den mit diesem Vorrecht bekleideten Gütern den Charakter besonders abgegrenzter Hoheitsgebiete.

§ 2. Ueber die Ausdehnung und Beschaffenheit des Waldes in der ältesten Zeit geben folgende Hilfsmittel Aufschluß: die römischen Schriftsteller, die Resultate der anthropologischen und paläontologischen Forschungen, sowie die Ortsnamen, wobei aber weniger die Namen der bewohnten Orte, als jene der Feld- und Walddistrikte in Betracht zu ziehen sind. Wenn auch nicht soviel Anhaltspunkte gewonnen werden können, daß sich hienach die Ausdehnung des Waldes in den ältesten Zeiten vollständig bestimmen läßt, so ergibt sich doch aus den erwähnten 3 Quellen in übereinstimmender Weise, daß der Wald ursprünglich eine ungleich größere Fläche eingenommen hat, als dieses gegenwärtig der Fall ist, sowie daß die Zusammensetzung desselben sich durch

ein sehr bedeutendes Ueberwiegen des Laubholzes, namentlich der Eiche von den heutigen Waldbildern wesentlich unterschieden hat. Ganz neue Baumarten sind indessen seit der grauen Vorzeit, bis in welche die Funde in den Pfahlbauten und Torfmooren zurückreichen, nicht aufgetreten.

Man darf aber nicht annehmen, daß Deutschland ursprünglich vollständig mit Wald bedeckt gewesen sei. Gegen eine solche Unterstellung sprechen sowohl die großen Heeresmassen der Germanen, welche gegen Cäsar zu Feld zogen, als auch die Angaben älterer deutscher Schriftsteller; insbesondere dürfte der Nordwesten Deutschlands, welcher sich gegenwärtig durch Waldarmut auszeichnet, auch früher nur wenig bewaldet gewesen sein.

Die ausgedehnten Waldungen waren für Deutschland von der größten Bedeutung, sie bildeten den wirksamsten Schutz gegen das Vordringen der Römer, sie beherbergten das als Volksnahrung so wertvolle Wild und lieferten in der reichlichsten Weise das Material zur Befriedigung des Bau- und Brennholzbedarfes, endlich bot der unermeßliche Urwald auch noch für Jahrhunderte reiche Gelegenheit zur Anlage neuer Niederlassungen und für produktive Verwendung disponibler Arbeitskräfte.

§ 3. Die Rodung des im Uebermaß vorhandenen Waldes blieb auch im höher entwickelten Westdeutschland noch bis zum Schluß des Mittelalters ein verdienstvolles Werk und eine Voraussetzung für die Entwicklung der Landeskultur. Namentlich waren es die größeren Grundherrschaften und vor Allem die zahlreich entstehenden Klöster, welche in der älteren Zeit sich in hervorragender Weise um die Verminderung des Waldes und damit um die Kultur des Landes verdient gemacht haben.

Die Rodung bildete einen der wichtigsten Titel für die Erwerbung des Eigentumes an Grund und Boden, von welchem alle nach Kräften Gebrauch machten.

Der Holzbestand wurde wohl nur zum kleinen Teil mit Hilfe der Axt, sondern vorwiegend in rascherer und müheloserer Weise mit Hilfe des Feuers entfernt.

Indessen war doch die Umwandlung von Wald in Feld nicht immer eine bleibende, gar häufig wurde auf der gerodeten Fläche nur solange Ackerbau getrieben, als die disponiblen Pflanzennährstoffe denselben mühelos und lohnend erscheinen ließen, waren diese aufgezehret, dann blieb die Fläche brach liegen und bedeckte sich bald wieder mit Wald.

§ 4. Während der Privatbesitz von landwirtschaftlich benütztem Boden seit dem Schluß der Völkerwanderung bereits ganz allgemein verbreitet erscheint, blieb die ältere Form des Gemeinbesitzes beim Wald ungleich länger bestehen; noch um das Jahr 1200 war dieselbe weitaus vorherrschend und hat sich, wenn auch in modifizierter Weise, in vielen Fällen bis zur Gegenwart erhalten.

Waldbesitz eines einzelnen fand sich erst seit der Begründung des fränkischen Reiches, als die Könige auf Grund einer römischrechtlichen Anschauung alles herrenlose Land für sich in Anspruch nahmen und dann auch wieder Teile desselben an die Kirche und weltliche Große verschenkten.

Privateigentum an Wald scheint sich im fränkischen Reich erst in der 2. Hälfte des 6. Jahrh. ausgebildet zu haben, bei den übrigen auf deutschem Boden wohnenden Stämmen finden sich Andeutungen über das Vorkommen desselben erst in den folgenden Jahrhunderten; die Burgunder und Westgothen kannten jedoch infolge des Zusammenlebens mit den Römern schon im 6. Jahrh. ganz scharf ausgeprägtes Sondereigentum auch an Wald.

Während, wie eben erwähnt, zu Beginn des 7. Jahrh. Allmendwald der Markgenossenschaften und königlicher Wald die beiden weitaus überwiegenden Besitzformen waren, trat durch die Christianisierung, die Ausbildung der großen Grundherrschaften und das Benefizialwesen in den folgenden Jahrhunderten auch der Privatbesitz hier in sehr ausgedehntem Umfang auf.

Wenn die Grundherren auf ihren Gütern Niederlassungen von Kolonen gründeten,

so sorgten sie für die Befriedigung des Holz- und Weidebedürfnisses derselben entweder durch Zuweisung eines besonderen Waldteiles als Allmende der Hofmarkgenossenschaft oder durch Gewährung von Nutzungsrechten am Herrenwald.

Auch anderen Personen, namentlich Geistlichen und den Bewohnern der Klöster, wurden schon im frühen Mittelalter öfters **Nutzungsrechte im fremden Wald** eingeräumt.

Während in der ältesten Zeit der Wald selbst als marca, d. h. als Grenze zwischen den verschiedenen Völkerschaften und Dörfern gedient hatte, wurde im Lauf der Zeit allmälich eine genauere Abgrenzung der Eigentums- und Nutzungsansprüche in demselben erforderlich.

Mit Vorliebe benützte man anfangs hiezu die natürlichen Grenzen, wie Wasserläufe, Bergrücken, Schluchten ꝛc.; soweit künstliche Grenzzeichen vorkamen, dienten als solche besonders starke oder eigentümlich geformte Bäume, in welche man Nägel einschlug oder Kreuze und andere Zeichen einhieb. Diese Bäume hießen dann **Lachbäume** (von ahd. Lah = Einschnitt) oder im Niederdeutschen: **Snaatbäume** (ebenfalls vom „Einschneiden").

Außer den Bäumen wurden auch Erddämme, Marksteine, sowie in Felsen gehauene Zeichen zur Kenntlichmachung der Grenzen benützt.

§ 5. Wenn auch unter den damaligen Verhältnissen von einer Forstwirtschaft nicht geredet werden kann, so nahm doch der Wald und seine Nutzungen eine sehr hervorragende Stelle im Haushalt des Volkes ein. Es waren vor allem zu jener Zeit infolge der vorwiegenden Verwendung des Holzes zur Konstruktion der Häuser, zur Beleuchtung und Herstellung der verschiedenartigsten Geräte, für welche jetzt Eisen gebraucht wird, ferner bei den mangelhaften Heizungsvorrichtungen der Verbrauch von Holz ungleich größer als gegenwärtig. Daneben spielten aber auch die Nebennutzungen Weide und besonders Mast, ferner die Bienenzucht eine äußerst wichtige Rolle in der Wirtschaft.

Der beste Beweis für die Wertschätzung der Mast besteht darin, daß die Holzarten eben mit Rücksicht hierauf in „fruchtbare" und „unfruchtbare" eingeteilt wurden, sowie daß die Zahl der Schweine, welche in einem Wald zur Mast eingetrieben werden konnte, als Maß für die Größe des Waldes diente.

Vorschriften über die Ausübung der Holznutzung finden sich aus dieser Periode noch nicht, wohl aber enthalten die Volksrechte [1]) solche hinsichtlich der Nebennutzungen, oft sogar in sehr eingehender Form.

Bestimmte Holzmaße werden noch selten erwähnt, bemerkenswert sind die Angaben in der Wirtschaftsordnung der Abtei Prüm von 893 über ein Klaftermaß für Brennholz.

Bei der damals fast ausschließlich herrschenden Naturalwirtschaft fand ein Verkauf von Holz und anderen Waldprodukten gegen Geld noch nicht statt. Entweder mußte für den Bezug des Holzes und anderer Nutzungen eine Naturalabgabe an Getreide (Forsthafer), Hühnern ꝛc. geleistet, oder in anderen Fällen, so bei der Mast und Harznutzung, der Zehent entrichtet werden.

§ 6. Mindestens die gleiche Bedeutung als die im vorigen Paragraphen erwähnten Nutzungen des Waldes besaß die Jagd als Abhärtungsmittel und Vorbereitung für den Krieg, sowie als Quelle eines bedeutenden Nahrungsteiles.

Das Jagdrecht stand deshalb in den ältesten Zeiten wie alle übrigen Allmendnutzungen jedem Genossen in unbeschränktem Maß auf der unverteilten Mark, aber auch

---

1) **Volksrechte**, leges barbarorum, sind die ältesten Rechtsaufzeichnungen der deutschen Völkerstämme, sie enthalten theils Gewohnheitsrecht, theils Rechtssatzungen, welche vom Volk oder von den Königen unter Mitwirkung des Volkes aufgestellt wurden, und sind eine der wichtigsten Geschichtsquellen für die Zeit vom 5. bis zum 8. Jahrh. vgl. Schwappach, die forst- und jagdgeschichtliche Bedeutung der deutschen Volksrechte. Forstwissenschaftl. Centralblatt 1883 p. 205.

auf der Feldmark zu, an welcher ja anfangs nur Sonderbesitz, nicht Sondereigentum existierte. In dem Maß, als sich letzteres ausbildete, trat auch der Anspruch auf ein mit demselben verbundenes ausschließliches Jagdrecht hervor, und finden sich bereits in den ältesten, aus dem 6. Jahrh. stammenden Volksrechten der salischen und ripuarischen Franken Strafbestimmungen für Verletzung des fremden Jagdrechtes.

Der Natnr der Verhältnisse entsprechend waren es aber doch nur die Großen und vor allem die Könige, welche ein solches ausschließliches Jagdrecht auf ihrem Eigentum beanspruchen und auch erfolgreich gegen fremde Eingriffe schützen konnten. Einen verstärkten Schutz erhielten die kgl. Jagden, als der Begriff der Immunität sich weiter ausbildete und zunächst auf die kgl. Güter Anwendung fand. Die Bestimmung, daß Niemand unbefugt das betr. Gut betreten und Rechte darauf ausüben solle, erhielt bei den Wäldern eine besondere Anwendung auf die Jagd; letztere war nun (etwa seit der Mitte des 8. Jahrh.) nicht nur allein durch die kgl. Gewalt als solche, sondern auch noch durch ein besonderes Rechtsinstitut geschützt.

Die Verletzung dieses so geschützten Jagdrechtes wurde bald mit der Strafe des Königsbannes von 60 Schillingen bedroht.

Da die kgl. Forsten regelmäßig Immunität und das bevorzugte Jagdrecht genossen, gewann seit dem Ende des 8. Jahrh. das aus dem althochdeutschen „Forst“ gebildete mittelalterlich-lateinische „foresta, forestis“, welches bis dahin lediglich den königlichen Wald bezeichnet hatte, die Bedeutung eines solchen Waldes in welchem das Jagdrecht mit Ausschluß Dritter entweder dem Könige oder dem von ihm Beliehenen zustand, d. h. eines Bannforstes.

Die Vorliebe der fränkischen Könige für die Jagd brachte es mit sich, daß im 9. Jahrh. das Jagdrecht nicht nur auf sämtlichen kgl. Gütern in der Weise geschützt wurde, wie früher nur in einzelnen Bezirken, sondern daß bald auch solche Güter, deren Grundeigentum dem Könige nicht zustand, ebenfalls mit in den Bereich des bevorzugten Jagdrechtes gezogen d. h. inforestiert wurden. Anfangs dürften es wohl nur die Besitzungen von Kolonen und Schutzhörigen gewesen sein, gegen welche man in dieser Weise verfuhr, allein allmählich gieng man auch weiter, woraus vielfache Klagen entstanden, die durch Belassung wenigstens eines Teiles des Jagdrechtes gestillt wurden.

Da das Recht eine Handlung bei Strafe des Bannes zu verbieten nur dem König zukam, so besaßen anfangs blos dieser, sowie jene Personen Bannforsten, welchen kgl. Güter ohne Vorbehalt des Jagdrechtes verliehen worden waren.

Allmählich wurde aber auch bei den geistlichen und weltlichen Großen der Wunsch rege, das Jagdrecht auf ihren Gütern in gleicher Weise geschützt zu sehen, wie dieses auf den königlichen Besitzungen der Fall war. Zu diesem Zweck war es erforderlich, daß der König eine Verletzung des privaten Jagdrechtes ebenfalls bei Strafe des Bannes verbot.

Solche Waldungen und andere Besitzungen Privater, in denen die unbefugte Ausübung des Jagd- (und Fischerei-) Rechtes bei Strafe des Königsbannes untersagt war, hießen dann ebenfalls Bannforsten.

Seit der Zeit, in welcher dieser Schutz des Jagd- und Fischereirechtes auch anderen Personen zu Teil wurde (etwa Mitte des 9. Jahrh.) löste sich zugleich der Begriff „forestis“ los von der Beziehung zu einem bestimmten Grundstück und bezeichnete sowohl ein unter diesen Bann gestelltes Terrain, als auch im abstrakten Sinn die Berechtigung zur Jagdausübung selbst.

Wahrscheinlich hatte die Inforestation anfangs nur die Folge, daß dem Inhaber des Bannforstes lediglich das Jagdrecht, und zwar häufig blos bezüglich des Hochwildes, vorbehalten wurde, während alle übrigen Nutzungen und selbst die Jagd auf Raubzeug, sowie auf kleines Wild unberührt blieb. Aber schon im Lauf des 9. Jahrh. begannen die In-

haber von Bannforsten ihrem Rechte eine Ausdehnung zu geben, welche für die spätere Zeit von der größten Bedeutung wurde. Sie verboten nämlich nicht nur größere Rodungen, sondern suchten auch die übrigen Waldnutzungen, unter welchen die Schweinemast eine ganz hervorragende Stelle einnahm, entweder mit Rücksicht auf die Wildstandsruhe oder um Wildfrevel zu verhindern, ganz auszuschließen oder doch nur innerhalb der von ihnen gesetzten Grenzen ausüben zu lassen.

§ 7. Bei dem Ueberfluß an Wald, welcher das Holzbedürfnis der wenig zahlreichen Bevölkerung in der reichlichsten Weise deckte und eine Erschöpfung nicht befürchten ließ, wurde in der ältesten Zeit das Holz als ein freies Gut betrachtet, von dem sich jeder nach Belieben aneignen konnte. Strafbar wurde die Entnahme von Holz erst durch das Hinzutreten anderer Umstände, namentlich dadurch, daß an dem betr. Material bereits von einem Anderen Handlungen vorgenommen worden waren, die eine Besitzergreifung erkennen ließen, wenn also z. B. Brennholz zusammengetragen, Bauholz behauen, oder das Holz bereits nach Hause gebracht worden war. Ebenso wurde meist auch die Entnahme masttragender Bäume wegen ihrer Bedeutung für Schweinezucht und Jagd gestraft.

Verhältnismäßig viel schwerer als Holzfrevel wurden unberechtigter Schweineeintrieb, sowie unbefugte Entnahme von Bienen- und Wildhonig wegen des höheren Wertes dieser Nutzungen geahndet, desgleichen jede rechtswidrige Veränderung von Grenzzeichen.

Auch auf dem Gebiet des Strafrechtes gelangte bei den Westgothen, Burgundern und Longobarden der infolge des Einflusses des römischen Rechtes viel schärfer ausgeprägte Eigentumsbegriff für Wald und Waldnutzungen deutlich zum Ausdruck, indem die Volksrechte dieser Stämme viel reicher an forststrafrechtlichen Bestimmungen sind als jene der übrigen.

Als Strafmittel für Forstfrevel waren hauptsächlich Vermögensstrafen gebräuchlich, welche nach dem herrschenden Kompositionensystem dem Beschädigten zufielen. Bei den Westgothen und Longobarden waren auch Konfiskation von Wagen und Zugtieren, sowie Leibesstrafen, letztere wenigstens für Unfreie, in Anwendung.

Neben der Geldstrafe wurde bei einigen Völkerschaften auch auf Schadensersatz und Verzugszinsen erkannt.

Die strafrechtlichen Bestimmungen der Volksrechte blieben bei den Forstfreveln ebenso wie auf anderen Gebieten bis zum Schluß der Karolingerperiode, ja sogar vielfach noch lange Zeit nachher in Kraft, scheinen aber doch im Lauf der Zeit bei späteren Neurezensionen entsprechend der besseren Ausbildung des Eigentumsrechtes Verschärfungen erfahren zu haben.

§ 8. Ueber die Organisation der Forstverwaltung in dieser ältesten Periode sind nur ziemlich dürftige Nachrichten vorhanden, welche sich auf die Bewirtschaftung der kgl. Forsten beziehen. Unter den Karolingern bildete sich auf den ausgedehnten Besitzungen des Königs und der Großen eine sog. Villenverfassung aus. Das ganze Gebiet der Grundherrschaft war in eine Anzahl Domänen zerlegt, deren jede eine gesonderte Verwaltung hatte. Die Domänen bestanden selbst wieder aus einem Haupthof und einem Komplex von Nebenhöfen, an deren Spitze Amtmänner (judex, actor villae) bez. Meier (majores, actores) fungierten.

Die Forstverwaltung bildete nur einen ziemlich untergeordneten Zweig der allgemeinen Güterverwaltung, welcher ebenfalls den erwähnten Beamten unterstand. Diesen oblag die Aufsicht über die Forsten und das Forstpersonal, die Sorge für die Nutzbarmachung der ersteren, die Rechnungslegung über die Einkünfte hieraus, sowie auch einzelne administrative Verrichtungen bezüglich des Jagdbetriebes.

Behufs Durchführung dieser Aufgaben waren den Gutsverwaltern Förster, forestarii und Waldhüter, custodes nemoris unterstellt, welche bisweilen dem Stande der Freien an-

gehörten und sich gewisser Vorrechte erfreuten, meist aber wurden Hörige und Knechte zu dieser Beschäftigung verwendet.

Die Förster hatten alle Rechte des Eigentümers in bezug auf den Wald wahrzunehmen und daher auch den Jagdschutz auszuüben, mit dem Jagdbetrieb dagegen hatten sie nichts zu thun.

Entsprechend dem damaligen System der Naturalwirtschaft bestand die Besoldung der Förster hauptsächlich in Landhufen, welche sie für sich bewirtschafteten.

II. Abschnitt. Vom Aussterben der Karolinger in Deutschland bis zum Schluß des Mittelalters, 911—1500.

§ 9. Während in der vorhergehenden Periode der Waldbesitz des Königs eine ganz gewaltige Ausdehnung gewonnen hatte und das, was durch Schenkungen von demselben abgieng, durch die Säkularisationen unter Pippin, sowie die Eroberungen unter Karl d. Gr. reichlich wieder ersetzt wurde, verschwand bis zum Schluß des Mittelalters das alte Reichsgut und damit auch der Wald des Kaisers bis auf einige unbedeutende Reste.

Das Recht auf herrenloses Gut, welches im frühen Mittelalter so wesentlich zur Vermehrung des kgl. Besitzes beigetragen hatte, bestand zwar auch jetzt noch fort, gieng aber mit den übrigen Regalien seit der Entwicklung der Landesherrlichkeit vom König auf die Territorialherren über.

Der größte Teil des alten Reichsgutes wurde als Lehen an die Inhaber von öffentlichen Aemtern und sonstige Große vergabt und fiel infolge des Erblichwerdens der Lehen den seitherigen Besitzern, welche inzwischen häufig zu Landesherren emporgestiegen waren, anheim.

Je mehr bei dem Sinken der kaiserlichen Macht und den sich steigernden Ansprüchen des Reichshaushaltes die Geldverlegenheit des Reichsoberhauptes zunahm, desto häufiger griffen sie zu dem Hilfsmittel Reichsgut an Fürsten und Städte zu verkaufen oder zu verpfänden; da aber die Kaiser nur höchst selten in der Lage waren, solche Pfänder wieder einzulösen, so waren diese meist für das Reich verloren.

Durch Schenkung, besonders an die aufblühenden Städte, wurden auch ansehnliche Reichsgüter veräußert. Die Kaiser verleibten endlich manches Stück Reichsgut ihrem Privatbesitz ein und gaben damit ein Beispiel, welches die Vasallen ebenfalls eifrig nachahmten.

Das Resultat aller dieser Einflüsse war, daß das Reichsoberhaupt aufhörte der größte Grundbesitzer zu sein; mit der politischen Macht war am Schluß des Mittelalters auch der größte Teil des reichen Besitzes des Kaisers an die Territorialherren übergegangen.

§ 10. Die großen Grundbesitzer, der landsässige Adel, die Kirchen und Klöster erfreuten sich ausgedehnter Waldungen und Waldnutzungsrechte, welche sich aus verschiedenartigen Teilen zusammensetzten. Dieselben besaßen:

1) Das Eigentum von solchen Waldungen, welche ihrer ausschließlichen Benutzung vorbehalten waren und als „Kammerholz, Kammerforst, Herrenwald, Sunderholz" bezeichnet wurden. Ursprünglich wenigstens waren dieselben vollständig frei von Berechtigungen; der den Unterthanen darin eingeräumte Schweineeintrieb durfte nur gegen eine Geldabgabe ausgeübt werden, welche in manchen Fällen sogar dann entrichtet werden mußte, wenn die Schweine nicht eingeführt worden waren.

2) Waldungen, welche mit mehr oder weniger weitgehenden Nutzungsrechten der Hintersassen und grundherrlichen Markgenossenschaften belastet waren.

Die Ausdehnung der letzterwähnten Berechtigungen war nach dem historischen Entwicklungsgang der Eigentumsverhältnisse (ob Hofmarkgenossenschaft oder ursprünglich freie Markgenossenschaft, welche erst allmählich zur grundherrlichen herabgedrückt worden war) eine sehr ungleiche. Häufig hatte der Eigentümer allein den Anspruch auf die besseren

Holzarten (bloemware, slacholt, hartholz, geforstetes holz), während die Hintersassen lediglich die geringeren Holzarten (weichholz, dustholz, dustwar), ferner das Abfallholz (Afterschlag, sprokware) und das liegende Holz (urholz) entnehmen durften. Ebenso stand dem Herrn gewöhnlich bezüglich der Mast das Recht zu, mehr oder doch früher Schweine einzutreiben, als die Kolonen.

3) Die großen Grundherren waren häufig als Mitmärker an den Eigentums- und Nutzungsrechten gemeiner Marken beteiligt.

Neben ihren Allodialgütern besaßen die Landesherren und Landsassen auch meist noch Lehensgüter, mit denen ebenfalls Waldeigentum und Waldnutzungsrechte in der oben angegebenen Weise verknüpft sein konnten.

§ 11. Im mittleren und westlichen Deutschland war bis zum Ende des Mittelalters bei den Bewohnern der Dörfer und Höfe der markgenossenschaftliche Waldbesitz bei weitem vorherrschend, Privatwaldbesitz fand sich hier nur infolge frühzeitiger Zersplitterung der großen Marken, sowie durch Einzelansiedlung in größeren Waldgebieten.

Je nachdem das Grundeigentum des Markwaldes den freien Markgenossen oder dem Grundherren zustand, unterschied man freie und grundherrliche Markgenossenschaften, daneben gab es noch eine dritte Form, die gemischten Marken, an welchen sowohl freie als unfreie Märker Anteil hatten; allein diese konnten sich meist nur kurze Zeit halten und wandelten sich bald in grundherrliche Markgenossenschaften um.

Die Nutzungsrechte am Markwald (Holzbezug, Mast, Weide, Jagd und Rodung) kamen der Gesamtheit aller Märker zu und wurden von jedem Einzelnen nach Maßgabe seines Bedarfes und der von der Märkerversammlung erlassenen Vorschriften ausgeübt.

Der einzige Maßstab für den Marknutzen wurde ursprünglich durch den Bedarf einer Hufe, der alten Einheit des Grundbesitzes, gebildet, und der rein ideelle Anteil an der Allmende, welchen jeder Hufenbesitzer zu echtem Eigen besaß, als Achtwort, Echtwort, Gewere, utilitas, Mark, Schar, Holzgewalt ꝛc. bezeichnet.

Mit dem Wachsen der Bevölkerung und dem steigenden Bedarf an Forstprodukten ergab sich die Notwendigkeit einer Regelung und Einschränkung des anfangs vollkommen unbeschränkten Genußrechtes, welche in den Weistümern[2]) enthalten sind.

Auch die alte Rechtsgleichheit aller Genossen schwand mehr und mehr, als man sich gegen den Zuzug neuer Ansiedler abzuschließen anfieng und diesen höchstens ein geringeres Nutzungsrecht zugestand.

In den letzten Jahrhunderten des Mittelalters begann unter dem Einfluß verschiedener ungünstiger Verhältnisse der Verfall der Markgenossenschaften und die Teilung der Allmenden. Am frühesten war dieses bei den großen, mehrere Ortschaften umfassenden Markgenossenschaften der Fall; doch erfolgte hier nicht immer sogleich die Verteilung unter die einzelnen Genossen, sondern zuerst wurde die Teilung meist nur unter den verschiedenen Ortschaften vorgenommen und häufig sogar noch ein Teil als gemeinschaftliches Eigentum vorbehalten, wie z. B. bei der Markgenossenschaft (dem „Haingereide") des unteren Rheingaues.

Wo Markgenossenschaften weniger verbreitet waren, so namentlich in Bayern, wurden den Kolonen entweder Nutzungsrechte am Herrenwald eingeräumt oder eigene Privatwaldungen zugewiesen. Ganz besonders verbreitet war dieses Verfahren in den ehemals slavischen Landesteilen östlich der Elbe. Hier erhielten die Güter und Dörfer jenen Wald, der innerhalb der ihnen zugeteilten Hufenzahl lag.

2) Die Weistümer enthalten die Rechtssätze, welche sich in jedem Herrenhof, Dorf und in jeder Mark eigenartig entwickelten und nur die allgemeinen Grundzüge gemeinsam haben. In den Versammlungen der ganzen Gemeinde und in Gegenwart des Herrn oder seines Vertreters wurden die wichtigsten Rechtssätze ausgesprochen und auch Spezialfälle entschieden, es wurde das Recht „gewiesen" oder „eröffnet". Nicht alles in den Weistümern enthaltene Recht ist aber Herkommen, sondern die Autonomie schaffte hier auch neues Recht.

Soweit diese Hufen mit Kolonisten besetzt wurden, gieng der auf ihnen befindliche Wald in deren Privateigentum über, während der Rest für die gemeinschaftliche Benützung verblieb. Wo aber Waldungen im Bereich eines Gutes oder Dorfes fehlten, wurde gewöhnlich freie Holznutzung im nächsten Herrenwald gestattet.

§ 12. Während dieser Periode, in welcher die deutschen Städte sich zu so hoher Blüte entwickelten, erwarben dieselben auch bedeutende Waldungen und zeichneten sich durch eine sehr weit vorgeschrittene Forstwirtschaft aus.

Der Waldbesitz der Städte bildete sich aus sehr verschiedenartigen Teilen. Jene Städte, welche aus Landgemeinden durch Verleihung der Stadtrechte hervorgiengen, besaßen entweder eine Allmende für sich allein oder hatten mit anderen Genossen an größeren Marken Anteil. Im ersten Fall wurde der Gemeindewald sofort mit der Erhebung der betr. Ortschaft zur Stadt Stadtwald, im zweiten erhielten die Städte bei Teilung der großen Marken eigene Waldungen ausgeschieden. Bei den späteren Städtegründungen seit dem 12. Jahrh., welche namentlich im östlichen Deutschland erfolgten, wurde den Städten von ihren Gründern meist auch sogleich ein Stadtwald zugewiesen. Als die Kaiser sich gegen die aufstrebende Selbstständigkeit der Landesherren auf die Städte zu stützen begannen, suchten sie deren Gunst häufig durch Schenkung von Wald oder durch Verleihung von Waldnutzungsrechten zu gewinnen. Die Städte waren durch ihren Reichtum auch in der Lage von den stets geldbedürftigen Kaisern, sowie von den Landesherren und sonstigen Großen Wald durch Kauf oder Verpfändung ohne spätere Wiedereinlösung zu erwerben. Seit dem 13. und 14. Jahrh. wuchsen die städtischen Besitzungen auch durch Ankauf der Stadtbürger in den angrenzenden Dorfmarken und Aufnahme der in der Nähe der Stadt wohnenden freien Grundbesitzer in das Stadtbürgerrecht.

§ 13. Wenn auch schon in der älteren Zeit nicht selten Verleihungen von Waldnutzungsrechten vorgekommen sind, so wurden solche doch erst im späteren Mittelalter besonders häufig, als der Wald schon im Wert zu steigen begann und man es vorzog, an die Stelle der Schenkung des Waldes selbst nur einzelne Nutzungsrechte in demselben einzuräumen.

Besonders waren es die Klöster, Kirchen und milden Stiftungen, deren Brennholzbedürfnisse auf diese Weise gedeckt wurden, später kamen auch noch die Städte hinzu und die auf slavischem Boden gegründeten Niederlassungen.

Die Unklarheit der Rechtsverhältnisse im Allgemeinen, sowie die immerhin nur mangelhafte Begrenzung des Waldes und der häufig ganz fehlende Forstschutz begünstigten in dieser Zeit das Entstehen von neuen Berechtigungen durch Okkupation und hatten auch eine bedeutende Ausdehnung der schon bestehenden, sowohl hinsichtlich der Größe der Bezüge als auch der Zahl der Berechtigten zur Folge.

Zu den Forstberechtigungen sind auch jene Holzbezüge zu rechnen, welche den in der Mark angesessenen Gewerbtreibenden behufs der Ausübung ihres Handwerkes über das Maß des gewöhnlichen Marknutzens hinaus eingeräumt wurden.

Die hohe Bedeutung der Bergwerke und Salinen für die gesamte Volkswirtschaft bewirkte, daß deren sehr bedeutender Holzbedarf durch Gewährung von weitgehenden Nutzungsrechten in den nahegelegenen Waldungen sicher gestellt wurde, wenn nicht der ganze Ertrag dieser Forsten für die Zwecke des Bergbaues bestimmt war.

Bereits während des Mittelalters kamen einzelne Forstrechtsablösungen und zwar durch Hingabe von Grund und Boden vor.

§ 14. Die steigende Kultur und die hiemit zusammenhängende größere Rechtssicherheit hatte auch eine Verbesserung der früher höchst primitiven Vorkehrungen zum Schutz der Grenzen zur Folge. Wenn auch in dieser Periode noch die alten Formen der Grenzbezeichnung nach der Terrainausformung und besonders durch Lachbäume (Lochbäume) bei-

behalten wurden, so kamen doch gegen das Ende des Mittelalters die künstlichen Grenzbezeichnungen durch Steine und Pfähle immer mehr in Aufnahme.

Der wesentlichste Fortschritt gegen früher bestand aber darin, daß jetzt erfolgreiche Maßregeln zur Sicherung der Grenzen getroffen wurden, zu welchen vor Allem die periodischen Grenzbesichtigungen und Erneuerung der Grenzzeichen durch die Markgenossen gehörten, welche gewöhnlich mit eigentümlichen Formalitäten verbunden waren. Später finden sich auch schon förmliche Grenzbeschreibungen, welche meist in die Weistümer mit aufgenommen sind. Das Setzen neuer Grenzzeichen war ein feierlicher Akt, der nur von der Herrschaft oder den Schöffen, bisweilen auch von beiden gemeinsam vorgenommen werden durfte. Böswillige Veränderungen und Beschädigungen der Grenzzeichen wurden höchst streng, meist mit dem Tode bestraft.

§ 15. Obwohl schon im 8. und 9. Jahrh. sehr ausgedehnte Landstrecken durch Rodungen für die landwirtschaftliche Kultur gewonnen worden waren, so hatten diese doch vorwiegend nur im westlichen Deutschland stattgefunden, und besaß auch hier im 10. Jahrh. der Wald noch eine ungleich größere Ausdehnung als gegenwärtig.

Um für die namentlich im 12. und 13. Jahrh. immer mehr anwachsende Bevölkerung Raum und Nahrung zu schaffen, war es notwendig, daß die Umwandlung des Waldes noch lange Zeit mit allen Kräften fortgesetzt wurde, wobei sich die Klöster, welche zur Zeit der Kreuzzüge in besonders großer Anzahl gestiftet wurden, ebenfalls wieder ein ganz hervorragendes Verdienst erwarben. In ähnlicher Weise wie im westlichen Deutschland die Klostergeistlichkeit, wirkte im Osten der geistliche Ritterorden der Deutschherren nach der Eroberung Preußens segenbringend für die Landeskultur.

In dem Maß als sich der Wald verminderte und das Eigentumsrecht an demselben eine schärfere Ausprägung erfuhr, hörte auch das alte unbeschränkte Niederlassungs- und Rodungsrecht auf und sollten Neubrüche fernerhin nur mehr mit Zustimmung des Grundherren bez. der Markgenossenschaft angelegt werden, doch dauerte es noch lange Zeit, bis diese Rechtsanschauung allgemein durchdrang, noch das 17. Jahrh. und in Ostpreußen sogar das 18. Jahrh. haben ziemlich zahlreiche Beispiele von eigenmächtigen Ansiedlungen zu verzeichnen.

In weitaus den meisten Fällen wurde die Erlaubnis zur Rodung gerne erteilt und die Ansiedlung von Kolonisten begünstigt, weil die Abgabe vom urbar gemachten Gelände, der sog. Rodezehent, doch einen Ertrag von dem bis dahin fast vollständig wertlosen Besitz gewährte.

Um das Eigentumsrecht an solchen Niederlassungen im Wald zu erwerben, waren von jeher gewisse symbolische Handlungen, wie Begehung und Bezeichnung der Grenzen, Anzünden von Feuer, Grundsteinlegung für die Wohnstätten ꝛc. nötig.

Die Rodung erfolgte wie in früherer Zeit außer durch die Axt wohl auch jetzt noch vielfach mit Feuer.

Bei dem Verfall der markgenossenschaftlichen Verfassung am Schluß des Mittelalters verschlechterte sich auch der Zustand des Waldes so, daß dieser bereits damals als ein neues Motiv für die Rodung des Waldes und Verteilung des gerodeten Geländes geltend gemacht wurde.

Auch in dieser Periode kam es in vielen Teilen Deutschlands noch nicht zu einer bleibenden Abgrenzung zwischen Wald und Feld, sondern ein großer Teil der gerodeten Flächen blieb, wenn der Ertrag die Mühe der Bestellung nicht mehr lohnte, wieder unbebaut liegen und verstrauchte, letzteres trat auch in jenen nicht seltenen Fällen ein, wo die Bewohner von Höfen und selbst von ganzen Dörfern entweder infolge der Verheerungen der fortwährenden Kriege und Fehden umkamen oder auswanderten oder in die aufblühenden Städte zogen, um dort in günstigere soziale Verhältnisse zu gelangen.

Die Beobachtung, daß ausgebaute Felder sich bald wieder in Wald verwandelten, sei es durch Anflug von Samen aus dem nahen Wald oder durch Ausschlag der belassenen Stöcke führte schon frühzeitig in vielen Gegenden zu einem regelmäßigen Wechsel zwischen Feldbau und Waldbau im Hackwaldbetrieb, welcher nach verschiedenen Urkunden aus dem 12. und 13. Jahrh. damals bereits im Odenwald und Siegerland, sowie in den Gegenden an der Saar und Mosel verbreitet war.

Wenn auch im Großen und Ganzen fast bis zum Schluß des Mittelalters zahlreiche Rodungen vorkamen und vielfach auch noch begünstigt wurden, so war doch in dem höher kultivierten Westdeutschland schon früher die Grenze erreicht, über welche hinaus eine Verminderung der Waldfläche nicht mehr als wünschenswert erschien, so daß nun Verbote weiterer Rodungen erforderlich wurden. In den rheinischen Gegenden erschien das erste Rodungsverbot bereits 1165 (Lorscher Wald), welchem im 13. Jahrh. mehrere andere nachfolgten (Rheingau 1226, Mörler Mark 1291), allein zu derselben Zeit wurden wenig weiter östlich (im Bistum Würzburg) noch ausgedehnte Flächen zum Zweck der Rodung verliehen und die Kulturarbeit des deutschen Ordens in Preußen stand erst im 14. Jahrhundert in ihrer Blüte.

Zwei Gründe waren hauptsächlich in der älteren Zeit für den Erlaß von Rodungsverboten maßgebend, einerseits die Rücksicht auf die Jagdpflege und andererseits in den Markwaldungen die Sorge für dauernde Befriedigung des Mast- und Weidebedürfnisses. Da aber in den letzten Jahrhunderten des Mittelalters die Jagd in den Markwaldungen meist den Grundherren und Obermärkern zustand, so zogen beide Teile einen Gewinn aus diesen Verboten.

Die Tendenz der Förderung der Waldkultur trat zuerst in jenen Rodungsverboten hervor, welche im Interesse des Bergbaues erlassen wurden. Das älteste hievon dürfte wohl jenes des Erzbischofs Eberhard von Salzburg aus dem Jahr 1237 sein.

Den Uebergang von den reinen Rodungsverboten zu Vorschriften behufs Förderung der Waldkultur bildet eine Verordnung des Kaisers Albrecht v. J. 1304, in welcher er die Anlage von Neubrüchen im Hagenauer Forst untersagte und befahl, daß die unrechtmäßiger Weise in Feld umgewandelten Teile des Waldes wieder der Holzproduktion zugewendet werden sollten.

§ 16. In der Zeit ihrer Blüte haben die Markgenossenschaften zahlreiche Bestimmungen getroffen, um eine Ordnung in der ursprünglich völlig unbeschränkten Inanspruchnahme der Erträge des Markwaldes zu bringen und dessen Nachhaltigkeit sicher zu stellen, welche nicht nur höchst zweckmäßig waren und deshalb großenteils auch in die Forstordnungen der späteren Periode mit aufgenommen worden sind, sondern welche auch zugleich den Uebergang von der rein okkupatorischen Ausbeutung des Waldes zu einer geordneten Forstwirtschaft darstellen.

Beim Bauholz suchte man auf eine Schonung der besseren Holzarten, namentlich der Eiche, in den Alpen der Lärche und Zirbelkiefer, hinzuwirken.

Es durfte nur soviel Holz gefällt werden, als von der Märkerversammlung oder dem Grundherren gestattet worden war, dieses sollte innerhalb einer bestimmten Frist abgefahren und zu dem angegebenen Zweck wirklich verwendet werden. Seit dem 13. Jahrh. bildete sich die Gewohnheit aus, die Baustämme durch einen Markbeamten anweisen zu lassen, und vor Schluß des Mittelalters wurden dieselben auch bereits öfters mit einem Eisen, der Malbarde, dem Schlageisen 2c., bezeichnet. Für die Anweisung wurde eine kleine Abgabe, das Stammgeld, Stockgeld 2c. entrichtet.

In Südwestdeutschland kannte man im 15. Jahrh., wenigstens in den landesherrlichen Waldungen, bereits Abfuhrscheine.

Besondere Besichtigungen überwachten späterhin die richtige Verwendung des abge-

gebenen Bauholzes und schließlich fanden solche regelmäßig statt, um auch die alsbaldige Ausbesserung entstandener Schäden zu veranlassen.

Weniger häufig findet sich die Einrichtung, daß jährlich eine bestimmte Anzahl von Stämmen von Bauholz für jeden Genossen abgegeben wurde oder jene, daß das Quantum des für jeden Neubau und Reparaturfall abzugebenden Holzes allgemein festgesetzt war.

Aus dem Ende des 14. Jahrh. stammen die ersten Nachrichten über das Vorkommen von Sägmühlen und zwar in den bayrischen und österreichischen Alpen, sowie im Schwarzwald, bis dahin wurden Bretter und Latten entweder mit der Axt behauen oder durch die Handsäge hergestellt, zwei Verfahren, von welchen verschiedene Urkunden sprechen.

Beim Brennholz wurde eine Ersparung und Ordnung dadurch angebahnt, daß zu solchem nur die nicht masttragenden sowie die dürren Bäume, ferner das liegende Holz und der Afterschlag verwendet werden sollte. Auch wurde an vielen Orten das Holen des Brennholzes auf bestimmte Tage und Waldteile beschränkt. Gegen das Ende des Mittelalters war sehr häufig die Einrichtung getroffen, daß jeder Genosse jährlich eine bestimmte Anzahl von Fudern Holz erhielt.

Am längsten blieb das Recht erhalten, das sog. Kleinnutzholz zu Wagen, Pflügen und Zäunen nach Maßgabe des jeweiligen Bedarfs zu entnehmen.

Das Kohlenbrennen war bei den damaligen Transportverhältnissen ein sehr vielfach angewandtes Mittel, um das Holz aus entlegeneren Waldteilen für Brennzwecke nutzbar zu machen. Es durfte aber nur auf Grund besonderer Erlaubnis und ohne Gefährdung der Nachbarschaft betrieben werden. Während des Mittelalters scheint die Verkohlung hauptsächlich in Gruben vorgenommen worden zu sein.

Aschenbrennen, Bastschälen und Lohrindenreißen waren Nutzungen, welche sehr oft, aber wie eben daraus hervorgeht, meist erfolglos verboten wurden.

Die Harznutzung wurde gewiß damals bereits geübt, allein besondere Verordnungen über dieselbe finden sich nur sehr selten, ebenso wird die Teerschwelerei nur am Harz erwähnt.

Am genauesten war in dieser Zeit die von jeher hoch geschätzte Mastnutzung geregelt und zwar namentlich deshalb, weil sie meist den Hauptertrag des Waldes darstellte. Gewöhnlich war es nur gestattet die selbst gezogenen Schweine einzutreiben, ebenso war die Zeitdauer des Eintriebes genau vorgeschrieben und oft unter verschiedene Berechtigte verteilt. Alljährlich wurde durch eine eigene Besichtigung ermittelt wie die Mast geraten sei und wieviel Schweine daher jeder Genosse einschlagen dürfe. Zur Kenntlichmachung der ordnungsmäßig eingetriebenen Schweine wurden diese entweder geringelt, d. h. mit einem Weidenring um den Hals versehen oder mit einem sorgfältig aufbewahrten Eisen gebrannt.

Auch die Grasweide oder der Blumenbesuch (Wonne und Weide) war in eingehender Weise geordnet. Nur soviele Tiere durften zur Weide geschickt werden, als mit eigenem Futter überwintert werden konnten. Tages- und Jahreszeit der Weide war bestimmt, krankes und unreines Vieh durfte nicht auf die Weide gelassen werden, eigene Hirten waren unstatthaft oder doch nur ein Vorrecht der Grundherrschaft und anderer bevorzugter Personen.

Die Schädlichkeit der Schafe und Ziegen für den Wald führte schon sehr frühzeitig (im Hagenauer Forst bereits 1158) zu dem Verbot, diese Tiergattungen im Wald weiden zu lassen, das Halten von Ziegen wurde bisweilen sogar ganz untersagt.

Die Waldgrasnutzung wurde bereits geübt, durfte aber weder in gehegten Waldungen noch so frühzeitig stattfinden, daß dadurch die Weide geschmälert wurde.

Eine äußerst wichtige Nutzung war im Mittelalter die Bienenzucht und das Aus-

nehmen der wilden Bienen, wegen des Honigs, der ja damals die Stelle des Zuckers vertrat, sowie wegen des für kirchliche Zwecke unentbehrlichen Wachses.

In fast allen größeren Waldgebieten wurde eine besondere Waldbienenzucht (Zeidelweide) betrieben und zwar von eigenen Zeidlern, welche Körperschaften mit bedeutenden Vorrechten bildeten und häufig auf besonderen Gütern (Zeidelhuben, Zilhuben) wohnten.

Um die Nachhaltigkeit der Waldnutzungen besser sicher zu stellen, fand sich beinahe in allen Markgenossenschaften die Bestimmung, daß die Allmendnutzungen sowie die aus solchen gefertigten Produkte entweder überhaupt nicht oder nur dann aus der Mark ausgeführt werden durften, wenn sie zuerst in derselben und zwar meist um einen geringen Preis vergebens feilgeboten worden waren. Wer sich hiegegen verfehlte, wurde unter Umständen aus der Gemeinschaft ausgeschlossen. Anders lagen die Verhältnisse in jenen Bezirken, in welchen schon von jeher ein reger Holzhandel bestand, z. B. im Schwarzwald, aber auch hier mußte wenigstens für das ausgeführte Holz eine besondere Abgabe entrichtet werden.

Wie auf anderen Gebieten der Volkswirtschaft, fand auch bei der Verwertung der Forstprodukte in den letzten Jahrhunderten des Mittelalters der Uebergang von der Natural- zur Geldwirtschaft statt.

Bis zum 13. Jahrh. waren für den Bezug von Erzeugnissen und Nutzungen des Waldes ausschließlich Naturalabgaben üblich, bald generell, indem jährlich für den ganzen Bezug eine gewisse Menge Getreide (Holzkorn, Forsthafer) oder auch von anderen Naturalien (Hühnern, Eiern, Käsen) abgegeben wurde, bald mehr speziell durch den Zehent bei der Mast und für den Genuß der Rodeländereien.

Im 13. Jahrh. findet sich dann neben den Naturalabgaben die Geldzahlung und zwar am frühesten als sog. Dehem, Dechem bei der Schweinemast, wo sie, wie schon das Wort sagt, aus dem früheren Zehent, decima hervorgegangen ist. Ebenso hatte man ziemlich gleichzeitig auch schon eine jährliche feste Geldabgabe für den Bezug von Brennholz.

Ein eigentlicher Holzverkauf wird erst im 14. Jahrh. erwähnt, aus welcher Zeit auch 2 Abstockungsverträge erhalten sind, im 15. Jahrh. begann alsdann der Verkauf des Holzes Formen anzunehmen, welche sich der modernen Verwertungsweise nähern.

Der Bischof von Speyer gründete schon im Jahr 1442 ein Holzmagazin bez. einen Holzmarkt, um durch denselben den Bezug von Bauholz aus dem Schwarzwald zu vermitteln und den ihm gehörigen Lußhartwald besser zu schonen.

§ 17. Wenn auch das Mittelalter zur Einführung einer geordneten Forstwirtschaft nicht gelangt ist, so finden sich doch schon verhältnismäßig früh an verschiedenen Orten sehr beachtenswerte Anfänge einer solchen, und zwar waren es hauptsächlich die Städte, welche in der Zeit ihrer Blüte auch diesem Zweige der Wirtschaft besondere Sorgfalt zuwandten.

Die älteste Form, das gewünschte Holzmaterial aus dem Wald zu entnehmen, bestand in dem regellosen Plänterbetrieb, welcher lediglich vom Gesichtspunkte der Verwendbarkeit des Stammes und des leichten Transportes geleitet wurde. Da man aber doch schon bald bemerkte, daß die fortwährende Holzfällung im ganzen Wald in Verbindung mit der ebenfalls allenthalben ausgeübten Waldweide die Wiederverjüngung sehr erschwere und häufig ganz unmöglich mache, so wurde schon im 12. und 13. Jahrh. an vielen Orten die Plänterung auf gewisse Distrikte beschränkt und diese alsdann, wenn die jüngeren Altersklassen vorherrschten, in Schonung gelegt und Hegwald, Bannwald, Werbusch &c. genannt; hier war sowohl die Holznutzung als die Weideausübung untersagt.

Später findet sich bisweilen der Brauch, daß alljährlich darüber beraten wurde, wo die Fällungen am unschädlichsten für den Wald vorgenommen werden könnten.

Im 14. Jahrh. erließen die Kaiser Albrecht (1304) und Heinrich VII. (1309 und 1310) die ersten Vorschriften über Wiederaufforstung abgeholzter Reichsforsten bei Hagenau bez. Nürnberg.

Die Fähigkeit des Laubholzes vom Stock auszuschlagen und so in der einfachsten Weise eine Wiederbestockung herbeizuführen, veranlaßten schon frühzeitig die Einführung von nieder- und mittelwaldartigen Betriebsformen, wenigstens in jenen Waldteilen, welche in der Nähe der Ortschaften lagen und deshalb vorzugsweise mit der Fällung heimgesucht wurden. Schon das bayrische Landrecht von 1346 scheint Bestimmungen über eine derartige Betriebsform zu enthalten, unzweifelhaft geht dieselbe aus den Zusätzen zu den alten Erfurt'schen Statuten von 1359 hervor, wo von einer Einteilung des dortigen Stadtwaldes in 7 Schläge berichtet wird. Im 15. Jahrh. finden sich zahlreiche Quellen über Nieder- und Mittelwaldbetrieb.

Da aber beim Mittelwald die beiden Zwecke, Brennholz- und Starkholzzucht, sich nicht leicht auf der gleichen Fläche vereinigen lassen, ohne daß der eine Not leidet, so schied man gegen das Ende des 15. Jahrh. bereits die Waldungen in Bauwaldungen, in denen kein Brennholz geschlagen werden durfte und nur gepläntert wurde, und in sog. Laubwaldungen oder „hauende Waldungen", welche im Niederwaldbetrieb bewirtschaftet wurden und lediglich zur Befriedigung des Brennholzbedürfnisses dienten.

Beim Nadelholz scheint fast bis zum Ende des Mittelalters ausschließlich der Plänterbetrieb herrschend geblieben zu sein, nur an einigen Orten, an welchen der stärkere Holzbedarf die Hinwegnahme des Holzes auf einer größeren Fläche erforderte, so z. B. am Harz wegen des Bergbau- und Hüttenbetriebes, begann man von der leichten Verbreitungsfähigkeit des Nadelholzsamens zum Zweck der Wiederverjüngung in der Weise Gebrauch gemacht zu haben, daß man auf jedem Schlag („Kohlstätte") eine bestimmte Anzahl Samenbäume (ebenfalls „Laßreidel" genannt) überhielt.

Künstlicher Anbau des Laubholzes im Wald scheint in dieser Periode nur in untergeordnetem Maß angewendet worden zu sein. Bestimmt erwähnt wird derselbe nur in einer Quelle aus dem Jahr 1491, wo sich das Kloster und die Stadt Seligenstadt dahin einigten, zur Verbesserung des Waldzustandes jährlich 20 bis 30 Morgen mit Eicheln zu bestecken.

Ungleich verbreiteter war die künstliche Verjüngung des Nadelholzes durch die Saat, welche in großem Maßstab zuerst bei Nürnberg im Jahr 1368 angewendet wurde, von hier aus verbreitete sich diese Kulturmethode nach Frankfurt a. M., welches schon 1427 einen „jungen gesäten Tannenwald" besaß und wohin von Nürnberg aus ein reger Handel nicht allein mit Kiefern-, sondern auch mit Fichten- und Tannensamen betrieben wurde. Nadelholzkulturen werden auch gegen Ende des 15. Jahrh. (1483) in Baden erwähnt, wo sie zum Schutz gegen Wildverbiß eingehegt werden sollten.

Auch über eine ziemlich umfangreiche Weidenkultur bei Erfurt, sowie über das Aufasten des Oberholzes liegen Nachrichten aus dem Ende des 15. Jahrh. vor.

Ziemlich gleichzeitig mit den Fortschritten der waldbaulichen Technik entstand auch der Wunsch, eine gewisse Ordnung und Regelmäßigkeit in die Abnützung zu bringen. Entsprechend dem damaligen Stande der Kenntnisse konnte dieses nur dadurch geschehen, daß man die Waldfläche ziemlich gleichmäßig auf die Jahre des Umtriebes verteilte. Indessen war dieses damals doch nur für kleine Waldungen und sehr kurze Umtriebszeiten möglich (vgl. z. B. die oben erwähnte Einteilung des Erfurter Stadtwaldes in 7 Jahresschläge).

Man darf indessen hier keine vollkommen genaue Flächengleichheit der einzelnen Jahresschläge annehmen, sondern die örtliche Zusammenlage, bisweilen wohl auch der dermalige Holzvorrat waren für die Bestimmung der Größe der Schläge maßgebend.

Um die Mitte des 15. Jahrh. erschienen in Südwestdeutschland die ersten Vorschriften über eine ordentliche Holzhauerei (Lußhartwald a. 1439, Heidelberger Stadtordnung a. 1471).

Zur Abmessung des Nutzholzes bediente man sich des Fußmaßes oder der Elle, daneben wird auch öfters eines Ringes als Maximal- und Minimalmaß gedacht, in welchen der Stamm

noch oder nicht mehr gehen sollte. Für Brennholz blieben durch das ganze Mittelalter die Traglast und das Fuder die gebräuchlichsten Maße. Beim letzteren finden sich in den Weistümern eigentümliche Vorschriften über gutes oder schlechtes Laden („daß vier Pferde den Wagen von der Stelle ziehen können", bez. „daß sieben Hund einen Hasen dadurch mögen jagen"); jenes scheint hauptsächlich der Fall gewesen zu sein bei Rechtholzbezügen der Markgenossen, dieses bei ihren Frondiensten.

Die schon im 9. Jahrh. bekannten Klaftermaße werden im späteren Mittelalter zwar noch hie und da erwähnt, scheinen aber doch erst in der 2. Hälfte des 15. Jahrh. allgemein in Gebrauch gekommen zu sein; so hatte der Rat von Speyer 1476 eigene Beamte aufgestellt, welche das dort zum Verkauf gelangende Holz in Schichten von bestimmten Dimensionen „aufführen" sollten, und die Chronik von Augsburg vom Jahr 1477 sagt, daß ein gewisser Schwarz in jenem Jahr die Abmessung des Holzes mit dem Klaftermaß aufgebracht habe.

Als bequemstes und natürlichstes Transportmittel des Holzes vom Wald an die Verbrauchsorte diente seit alten Zeiten das Wasser, schon die Römer scheinen ihren Niederlassungen am Rhein und Neckar das benötigte Bauholz vermittels des Wassertransportes zugeführt zu haben. Im unteren Murgthal betrieb die Schifferzunft bereits im 13. Jahrh. ihren Holzhandel als geordnetes Gewerbe.

Während der letzten Jahrhunderte des Mittelalters wird der Wassertransport des Holzes sowohl in Form gebundener Flöße als in jener des Triftens vielfach erwähnt sowie durch zahlreiche Verträge und Zollerleichterungen begünstigt. Im 14. Jahrh. wurden auch bereits Floßordnungen erlassen.

Im Hochgebirg war von Alters her das Riesen üblich, um die Stämme von den Hochlagen in das Thal zu bringen, und zwar waren damals Erd- und Schneeriesen in Gebrauch.

§ 18. Die Geschichte der Bannforsten war am Schluß der Karolingerperiode bis zu dem Punkt gediehen, daß die Inhaber derselben nicht nur das ausschließliche Jagdrecht, sondern auch die Gewinnung anderer Nutzungen oder doch wenigstens die Regelung derselben für sich in Anspruch nahmen. Die Errichtung der Bannforsten konnte damals nur mit Genehmigung des Königs und durch Verleihung des königlichen Bannes erfolgen.

Im 10. und 11. Jahrh. kam dann der Unterschied zwischen der gewöhnlichen Jagdausübung auf eigenem Grund und Boden, venatio, welche ein Ausfluß des Eigentumsrechtes war, von dem durch Königsbann geschützten Jagdrecht, welches auch auf fremdem Eigentum bestehen konnte, forestum, auf; seit der Mitte des 11. Jahrh. wurde letzteres auch wiltbann, bannus ferinus genannt.

Mit dem „Wildbann" war die weitere Befugnis verbunden, auch andere Nutzungen in den betr. Waldungen, namentlich die Rodungen zu untersagen und die Gerichtsbarkeit gegen Zuwiderhandelnde auszuüben, bisweilen wurden auch diese Rechte als bannus silvarum, appendicium foresti rc. nochmals besonders hervorgehoben.

Hiedurch gewann das Wort „Bannholz" die Bedeutung eines rechtlich besonders geschützten Waldes überhaupt und wird bei verschiedenen Gelegenheiten gebraucht, z. B. im Sinn vom „gehegten Wald" (vgl. oben § 17), ferner für „Privatwald" im bayrischen Landrecht v. 1346.

In der Zeit vom 10. bis zum 13. Jahrh. wuchsen die Bannforsten ganz bedeutend an, und fast alle Urkunden über Schenkung, Belehnung und Kauf erwähnen auch den Forstbann. Seit der Ausbildung des Lehenswesens gehörte dieser regelmäßig mit zu den Rechten, welche zu Lehen vergeben wurden.

Bis zum 13. Jahrh. war es stets der König, welcher den Forstbann verlieh, was beweist, daß es sich hiebei um die Ausübung eines wesentlichen Hoheitsrechtes handelte.

Mit den übrigen Regalien gieng dann auch dieses Recht im 13. Jahrh. an die Fürsten über und hörte seit der Anerkennung der Landesherrlichkeit durch Friedrich II. die Errichtung von Bannforsten durch den Kaiser auf; von jetzt an nahmen die Fürsten den Wildbann und dessen Zubehöre in immer weiterer Ausdehnung als ein Hoheitsrecht für sich in Anspruch.

Die Landesherren entwickelten dasselbe nach 2 Richtungen hin weiter: einerseits suchten sie die Jagd in ihrem ganzen Gebiet für sich in Anspruch zu nehmen, andererseits leiteten sie ein schon frühzeitig mehr oder minder weitgehendes Aufsichtsrecht über die Forstwirtschaft zuerst in den Bannforsten, und als sich diese immer weiter ausdehnten, auf alle Waldungen ihres Gebietes überhaupt ab. Jagdregal sowohl als Forsthoheit haben ihren Ursprung im Bannforst, hier soll fernerhin nur die Entwicklung der Forsthoheit weiter verfolgt werden.

Verschiedene Urkunden aus dem 12. und 13. Jahrh. beweisen, daß damals zu Waldrodungen und Anlage von Neubrüchen stets die Genehmigung des Inhabers des Wildbannes erforderlich war.

Eine vom Wildbann unabhängige Einwirkung auf die Waldungen machte wohl zuerst Herzog Heinrich von Bayern im Jahr 1318 hinsichtlich der Besitzungen des Frauenklosters von Landshut geltend, indem er unberechtigte Fällungen in den Waldungen des Klosters bei einer Strafe von 2 Pfund Pfennigen untersagte, oder, wie er sich ausdrückte, einen „Bann“ auf diese Waldungen legte.

Neben dem jagdlichen Interesse war es besonders die seit dem 13. Jahrh. immer allgemeiner werdende Vereinigung von Obermärkerschaft und Landeshoheit, welche eine sich fortwährend steigernde Bevormundung der Forstwirtschaft durch die Landesherren begünstigte.

Zu Ende des 14. Jahrh. versuchten bereits verschiedene Fürsten die Nutzungsrechte und Gerichtsbarkeit der Markgenossen in sehr weitgehender Weise zu beschränken, wie dieses u. A. die Sicherheitsakte der Herzöge Berendt und Heinrich von Lüneburg aus dem Jahr 1392 beweist. In ihrer Eigenschaft als Obermärker nahmen die Landesherren das Recht in Anspruch die Märkerordnungen, welche früher von den Märkerversammlungen erlassen worden waren, allein festzusetzen und nach Bedarf abzuändern, sie waren hiedurch in der Lage auf die Forstwirtschaft in den meisten nicht landesherrlichen Waldungen eine sehr weitgehende Einwirkung auszuüben.

Am raschesten entwickelte sich die Forsthoheit in Südwestdeutschland, wo Pfalzgraf Otto und Graf Eberhart von Hirschhorn schon 1412 einen Vertrag schloßen, nach welchem für 10 Jahre während des Winters kein Brennholz aus dem Neckar in den Rhein verbracht werden sollte und in dem auch die ersten Beschränkungen des Holzhandels festgesetzt wurden.

Pfalzgraf Friedrich I. versuchte um die Mitte des 15. Jahrh. alle Allmendwaldungen für Staatswaldungen zu erklären. In Nassau wurden durch die Verordnung von 1489 bereits jährliche Waldbesichtigungen durch die Amtleute vorgeschrieben, um zu überwachen, daß die Hegen und Schläge dem Vieh zur gehörigen Zeit aufgethan und die Waldungen im Stand gehalten würden.

§ 19. Die altdeutsche Auffassung, daß die Produkte des Waldes ein Gemeingut seien, dessen Benützung jedem freistehe, ist durch das ganze Mittelalter hindurch und bis zu einem gewissen Grad selbst bis in das 19. Jahrhundert maßgebend für die Gestaltung des Forststrafrechtes geblieben, wenn auch der größere Werth, den die Forstprodukte für die Volkswirtschaft erlangten, und die damit zusammenhängende schärfere Ausbildung des Eigenthumsrechtes am Wald im Lauf der Zeit modifizierend auf dieselbe eingewirkt haben.

Für das Forststrafrecht blieben anfangs noch die Volksrechte in Kraft, bis dieselben in den Markwaldungen den neueren Rechtsbildungen in den Weistümern wichen, während

in den Bannforsten die Inhaber des Wildbannes auch diese Delikte vor ihr Forum zogen.

Die beiden berühmten Rechtsbücher[8]) des 13. Jahrhunderts, der Sachsenspiegel und der Schwabenspiegel, desgleichen das bairische Landrecht aus dem 14. Jahrh., beschäftigen sich ebenso wie die Volksrechte nur mit den schwereren Arten der rechtswidrigen Handlungen im Wald. Entwendung von bearbeitetem Holz wird in eine Linie mit dem gemeinen Diebstahl gestellt, auf Nachtfrevel an gehauenem Holz war sogar Todesstrafe gesetzt, fand die That bei Tag statt, so erfolgte schwere körperliche Züchtigung.

In den Bannforsten war die Strafe der Forstfrevel ebenfalls jene des Königsbannes, doch dürfte diese hohe Geldstrafe wohl nie wirklich zur Vollstreckung gelangt sein, es machte sich auch hier vielmehr das Streben nach Milderung dieses Strafsatzes geltend und je mehr sich die Landeshoheit der Fürsten ausbildete, desto mannigfaltiger gestaltete sich das Strafsystem in ihren eigenen Waldungen.

Den reichsten und lebendigsten Einblick in die Rechtsanschauung des Volkes bezüglich der Forstfrevel gewähren die Strafbestimmungen der Weisthümer.

Der alte Unterschied zwischen der Entwendung von „stehendem" und „gehauenem" Holz ist auch hier festgehalten. „Gehawen holz genommen, dat is ein dieberey"!

Weiter trat hier noch die Trennung von Forstfreveln, welche an Inmärkern begangen wurden, von jenen der Ausmärker überall hervor, erstere wurden stets viel milder bestraft als letztere.

Als Strafmittel kam in erster Linie Geld in Anwendung, jedoch nach sehr verschiedenen Gesichtspunkten, bald war die Strafe ganz allgemein für jede rechtswidrige Handlung gleichmäßig festgesetzt, bald richtete sie sich nach der Zahl der entwendeten Stämme, bald auch nach dem Wert des entwendeten Objektes.

Die Entwendungen mit Hilfe der Axt erschienen wegen des durch dieselbe verursachten Geräusches als minder strafbar, dagegen galt es als ein Erschwerungsgrund, wenn der Frevel zur Nachtzeit oder an Sonn- und Feiertagen begangen worden war.

So gelind im allgemeinen die Strafen für die unberechtige Aneignung der zum gewöhnlichen Gebrauch geeigneten Forstprodukte waren, so streng, ja geradezu grausam wurden eine Reihe anderer Vergehen, namentlich Grenzverletzung, Brandstiftung und böswillige Beschädigung der Bäume durch köpfen und schälen geahndet, für welche meist ganz barbarische Todes- und Leibesstrafen angedroht waren.

Von einem Schadenersatz wird in den Weistümern selten gesprochen.

Die Anzeige geschah der Regel nach durch die eigens zum Forstschutz aufgestellten Markbeamten, doch war meist auch jeder Genosse verpflichtet, Forstfrevel, welche er wahrnahm, zur Anzeige zu bringen.

Der Beweis erfolgte durch das bei der Verhandlung vorzulegende Pfand, seltener genügte die einfache Anzeige, letzteres meist nur gegenüber Inmärkern.

Die Markbeamten hatten die Befugnis, bei schweren Freveln unter Umständen die Leibesstrafen sofort bei der Betretung zu vollziehen.

Der Gerichtsstand in Forststrafsachen war ein sehr verschiedener. In den Markwaldungen stand die Aburteilung der Forstfrevel der Markversammlung zu, in den Reichs-

8) Als im 11. u. 12. Jahrh. durch die Fortschritte der Kultur und die veränderte Rechtsanschauung die Volksrechte allmählich ihre Anwendbarkeit verloren und daher außer Uebung kamen, trat an die Stelle des geschriebenen Rechtes wieder Gewohnheitsrecht, da wegen des Mangels einer starken Zentralgewalt eine neue Kodifikation nicht stattfand. Es machte sich indessen doch das Bedürfniß nach einer Aufzeichnung des Rechtes immer mehr geltend, welche dann auch entweder durch die Gemeinde (in den Weistümern) oder durch Privatpersonen, aber ohne höhere Autorisation erfolgte. Einzelne der letzteren Darstellungen des geltenden Rechtes oder Rechtsbücher wurden der Rechtsprechung in weiten Kreisen zu Grund gelegt. Die beiden berühmtesten derselben sind: Der Sachsenspiegel und der Schwabenspiegel; ersterer wurde etwa um 1215, letzterer zwischen 1273 und 1282 niedergeschrieben.

waldungen führte meist der kaiserliche Forstmeister den Gerichtsvorsitz. Die Urteilsfindung stand dort den Markgenossen, hier gewöhnlich den Förstern zu.

Die Geldstrafen wurden gewöhnlich in der Weise geteilt, daß der Gerichtsvorsitzende oder der Vogt einen Teil und der Eigentümer den Rest erhielt.

§ 20. Die bereits in der karolingischen Periode übliche Trennung des Forstpersonales vom Jagdpersonal blieb durch das ganze Mittelalter bestehen. Ersteres hatte neben seinen forstlichen Funktionen nur den Jagdschutz wahrzunehmen und je nach Bedarf auch Hülfe zu leisten bei der Jagd, deren Anordnung und Ausführung Sache der Jäger war.

Bei der Betrachtung der Organisation der Forstverwaltung im späteren Mittelalter ist zu unterscheiden zwischen den Waldungen der Markgenossenschaften und jenen der Landesherren sowie sonstiger Großgrundbesitzer. Hier wurde während der ganzen Periode, wie früher, die Forstverwaltung als ein Teil der allgemeinen Güterverwaltung betrachtet, deren Oberleitung den Amtmännern zustand. Eine Ausnahme machten nur die großen Reichsforsten, wie z. B. der Büdinger und Nürnberger Reichswald, sowie auch einige ausgedehnte landesherrliche Waldungen, z. B. der Spessart. In diesem war schon frühzeitig die Forstverwaltung selbstständig und einem eigenen Beamten, dem Forstmeister, magister forestarius, comes forest., unterstellt, welcher die Rechte des alten judex villae in bezug auf Wald und Jagd ausübte, die Aufrechterhaltung der mit dem Bannforst verbundenen Rechte überwachte, den Vorsitz in den Forst- und Jagdstrafgerichten führte und die Urteilsvollziehung leitete.

In den übrigen Waldungen dieser Art finden sich zwar auch häufig Forstmeister, allein diese waren weit weniger günstig gestellt und den Amtmännern untergeordnet. Im Dreieicher Wildbann z. B. waren die Forstmeister persönlich am Forstschutz beteiligt und durften bei einer zu weit gehenden Pfändung von den Frevlern sogar getötet werden.

Die eigentlichen Beamten für den Forstbetrieb, sowie für den Forst- und Jagdschutz waren die Förster (Holzförster, Wildförster, Forstknechte ꝛc.), welche übrigens öfters auch zu Dienstleistungen anderer Art, z. B. zur Ueberwachung der Feldarbeiter und Erhebung der Zehenten, verwendet wurden.

In den Markwaldungen waren der Forstbetrieb und Forstschutz Sache der untergeordneten Markbeamten, welche verschiedene Namen führten: Förster, Forstmeister, Bannwarte, scharatores. Sie unterstanden den Märkermeistern, Markrichtern, hatten jedoch eine höhere Stellung als die ganz untergeordneten Diener: Holzknechte, Schützen ꝛc. Indessen ist eine Grenze zwischen beiden Arten schwer zu ziehen, in den meisten Marken findet man einen der untergeordneten Beamten mit einem oder mehreren Dienern, bisweilen fehlen auch letztere und die Förster nehmen selbst eine diesen ähnliche Stellung ein. Die Ernennung der Forstbeamten war in den freien Marken Sache der Markversammlung, in den grundherrlichen stand dieselbe dem Herrn zu, doch gewährte dieser wenigstens in der früheren Zeit meist den Märkern einen mehr oder weniger weitgehenden Einfluß auf die Wahl der Forstbeamten, beim Verfall der Markgenossenschaften ging dieser wieder verloren.

Bis zum Schluß des Mittelalters erhielten die Forstbeamten keine Geldbesoldung von seiten des Waldbesitzers, sondern hatten nur solche Geldeinnahmen, welche aus ihrem Amt direkt in Form von Anzeigegebühren, Strafanteilen, Anweisgeldern ꝛc. eingingen.

Ihre eigentlichen Bezüge bestanden fast ausschließlich in Naturalien, namentlich hatten sie sowohl in den landesherrlichen als in den Markwaldungen meist den Genuß bestimmter Güter (Försterlehen), ferner freies Brenn- und Bauholz, Mastrecht, die Befugnis, gewisse Holzanfälle, wie Afterschlag, Windfall- und Schneebruchholz, für sich verwerten zu dürfen. In manchen Fällen erhielten die Forstbeamten auch von allen Bewohnern des betreffenden Bezirks jährliche Abgaben an Hühnern, Getreide, Käse ꝛc. Da diese Form der Besoldung vielfache Veranlassung zu Unterschleifen gab, über welche schon im 13. Jahrh. geklagt wird,

so wurde an einzelnen Orten bereits im 15. Jahrh. (vom Bischof von Speyer im Jahr 1439) der Versuch gemacht, wenigstens einzelne Naturalbezüge in eine feste Geldbesoldung umzuwandeln, allein die ältere Art und Weise der Besoldung hat sich in weitaus den meisten Fällen noch lange erhalten.

In den landesherrlichen Waldungen des südwestlichen Deutschlands entwickelte sich in den letzten Dezennien des 15. Jahrh. eine geordnete Forstverwaltung mit Instanzenzug, schriftlichem Geschäftsgang und gut geregelter Rechnungslegung.

§ 21. Eine forstliche Litteratur hat bis zum Beginn der Neuzeit nicht bestanden, aus dem Mittelalter ist überhaupt nur ein einziges Buch auf uns gekommen, in welchem forstliche Verhältnisse, wenn auch nur in der dürftigsten Weise, besprochen werden, nämlich das Werk eines Bologneser Senators, Petrus de Crescentiis, mit dem Titel „ruralium commodorum libr. XII“, welches etwa um das Jahr 1300 verfaßt wurde. Dasselbe ist eine scholastische Compilation aus den römischen Schriftstellern über die Landwirtschaft, namentlich aus Varro, M. P. Cato, Collumella, Palladius &c., vermischt mit aristotelischen und arabischen naturwissenschaftlichen Ideen. Palmen, Mandelbäume und Pinien spielen in demselben eine Hauptrolle, als einzige richtige Anschauung ist hervorzuheben, daß da, wo die Wälder zu dick stehen, die unnötigen Bäume herausgehauen werden sollten.

Dieses Buch hat in den folgenden Jahrhunderten ungemeine Verbreitung nicht nur in Italien, sondern auch in Frankreich und Deutschland gefunden, wurde in verschiedene Sprachen übersetzt und oft neu aufgelegt. Für die forstliche Litteraturgeschichte ist dasselbe nur deshalb bemerkenswert, weil es einen bedeutenden Einfluß auf die sog. Hausväter des 16. u. 17. Jahrh. geübt hat.

III. Abschnitt. Vom Beginn der neueren Zeit bis zum Ende des 18. Jahrhunderts, 1500—1790.

§ 22. Der Waldbesitz der Landesherren, welcher schon während der letzten Jahrhunderte des Mittelalters aus den früher angegebenen Gründen eine sehr bedeutende Ausdehnung genommen hatte, nahm in den folgenden Jahrhunderten noch gewaltig zu. Die Gründe für diese Vermehrung sind folgende:

1. Wie früher die Kaiser, so besaßen nunmehr die Landesherren das Recht auf herrenlose Güter und erwarben durch dasselbe noch fortwährend sehr beträchtliche Landstrecken und mit diesen oft auch recht ansehnliche Waldungen. Insbesondere war dieses in den noch wenig kultivierten Gegenden der bairischen und österreichischen Alpen der Fall, wo im Interesse des Bergbaues die in der Nähe der Bergwerke befindlichen herrenlosen Waldungen nun formell für den Landesherrn in Besitz genommen wurden.

Die Verheerungen der großen Kriege des 17. und 18. Jahrhunderts, vor allem jene des dreißigjährigen Krieges, hatten zur Folge, daß nicht selten die Bewohner ganzer Dörfer ausstarben oder auswanderten und die betreffenden Besitzungen nunmehr als herrenlos dem Landesherrn anheimfielen.

2. Einen sehr beträchtlichen Zuwachs erhielten die landesherrlichen Waldungen gelegentlich der Reformation durch die Säkularisation der ausgedehnten Kirchen- und Klosterforsten.

3. Als die Markgenossenschaften im Lauf des 16. und 17. Jahrhunderts immer mehr verfielen, wurden zahlreiche Markwaldungen geteilt und die Landesherren, welche in der größeren Mehrzahl der Fälle zugleich Obermärker waren, erhielten bei dieser Gelegenheit oft recht beträchtliche Stücke der Allmende für sich; gar häufig giengen die Landesherren aber weiter und wußten beim Untergang der Markgenossenschaften das Eigentum des ganzen Markwaldes zu erwerben, während die ehemaligen Markgenossen zu bloßen

dinglich Berechtigten herabsanken. In jenen Gegenden, in welchen Markgenossenschaften im größeren Umfang bestanden haben, also namentlich im westlichen und mittleren Deutschland, ist wohl der größere Teil der heutigen Staatswaldungen ehemals Markwald gewesen.

Als Mittel und Wege, durch welche sich die Landesherrn das Eigentum des ganzen Markwaldes oder doch ansehnliche Teile desselben zu erwerben wußten, sind hauptsächlich folgende hervorzuheben:

a) Die Obermärker und Gerichtsherren der Mark genossen schon von jeher stets gewisse Vorrechte und Anteile an den Marknutzungen, im Lauf der Zeit hatten sie aber die Selbstverwaltung der Genossen immer mehr zurückgedrängt und ließen nun den Schutz sowie die Verwaltung des Markwaldes durch ihre Beamten besorgen, wofür ihnen natürlich eine Entschädigung und zwar meist ebenfalls in Form eines Anteiles an den Erträgen des Markwaldes gewährt werden mußte. Da infolge dessen der Landesherr nicht nur die Verwaltung des betreffenden Waldes in der Hand hatte, sondern auch einen mehr oder minder beträchtlichen Anteil an den Früchten desselben bezog, sowie gar häufig als Mitmärker außerdem noch privatrechtliche Ansprüche an die Allmende geltend machen konnte, so war es nicht schwer, bei passender Gelegenheit den ganzen Wald als einen landesherrlichen anzusprechen.

b) In manchen Fällen behauptet der Landesherr sogleich einen ideellen Anteil an dem Grundeigentum der Mark, gewöhnlich zur Hälfte oder zu einem Drittel zu besitzen. Dieser Anspruch ist wohl in vielen Fällen aus einem vogteilichen Verhältnis hervorgegangen, indem in alten Zeiten dem Schutzherren gewöhnlich eine bestimmte Quote von den Früchten des beschützten Gutes zukam, so z. B. im Nürnberger Reichswald dem Burggrafen von Nürnberg der dritte Baum und das dritte Stück Wild. Das Bezugsrecht der Hälfte der Nutzungen findet sich nur in Niederhessen bei den dortigen Halbengebrauchswaldungen vor. Späterhin setzte der Landesherr entweder die reale Teilung durch, oder es bildete sich ein bis in die neueste Zeit fortdauernder Mitbesitz nach festem Verhältnis, bisweilen gieng auch das ganze Grundeigentum an den Landesherrn über, so namentlich in Hessen.

c) Durch die immer tiefer eingreifende Einwirkung der Landesherren in die Forstwirtschaft der Markgenossenschaften waren sie in der Lage zur Ausübung der Weide- und Holzbezugsrechte gewisse Bezirke anzuweisen, andere dagegen solange zu verschonen, bis das Bewußtsein des Eigentumsrechtes an diesen bei den Markgenossen geschwunden war und sie von den Landesherren in Besitz genommen werden konnten. Ganz besonders häufig war dieses der Fall bei dem Eindringen des Nadelholzes im 18. Jahrh. In den Nadelholzpartien konnte keine Weide ausgeübt werden, ebenso war Niemand im Stand ein Bezugsrecht auf Nadelholz nachzuweisen, es fielen daher diese Flächen so dem Landesherren anheim.

d) Die Verbesserung der Forstwirtschaft hatte auch dadurch einen ungünstigen Einfluß auf die Gestaltung der Eigentumsverhältnisse, daß die landesherrlichen Forstbeamten gar häufig unverhältnismäßig große Waldstücke in „Hege“ oder „Zuschlag“ legten und solange darin beließen, bis auch die Anschauungen über die Eigentumsverhältnisse hieran schwankend geworden waren und ein solches von seite des Landesherrn geltend gemacht werden konnte.

e) Bei der Entwicklung einer geordneten Forstwirtschaft veranlaßten die Landesherren die Markgenossen häufig in eine Fixierung ihrer Holzbezüge zu willigen. Auf die verschiedenste Weise, mit List und Gewalt, wurden dann diese Holzbezüge immer mehr verschlechtert oder verringert und die ursprünglich ganz geringfügige Anweisgebühr fortwährend erhöht, bis schließlich der Landesherr als Eigentümer des Waldes erschien.

f) Als die Bewirtschaftung der Markwaldungen von den landesherrlichen Forstbeamten besorgt wurde, mußten die Markgenossen um Anweisung des ihnen gebührenden

Holzes nachsuchen. Aus dieser Bitte um Anweisung wurde im Lauf der Zeit eine Bitte um das Material selbst, alsdann folgerte man, was man erbitten müsse, darauf könne man kein Recht haben.

Den bisherigen Eigentümern wurde nun das Holz gar häufig nicht einmal mehr als ein Rechtsbezug gewährt, sondern es wurde die Abgabe lediglich als auf Bewilligung der Forstbehörden beruhend angesehen und vielfach sogar verweigert.

g) Nicht selten suchten die Landesherren durch offene Gewalt die Allmenden für sich zu usurpieren, den Markgenossen fehlte die Macht zum Widerstand, und wenn sie sich an das Reichskammergericht wandten, so dauerte es oft viele Dezennien, bis die Sache zum Austrag kam, zudem mangelte diesem Gerichtshofe auch die nötige Exekutive. Die Markgenossen mußten froh sein, wenn sie gegen Aufopferung eines Teiles der Allmende wenigstens für den Rest die Anerkennung als Gemeindeeigentum erlangten.

§ 23. Aus vorstehender Uebersicht über die Eingriffe der Landesherren in das Eigentum der Markgenossenschaften ergiebt sich, daß die Periode vom 16. bis zum 19. Jahrh. der alten Form des Gemeinbesitzes am Wald wenig günstig gewesen ist. Ein sehr großer Teil der Markwaldungen ist in das Eigentum der Landesherren übergegangen, ein ebenfalls höchst beträchtlicher wurde unter den Genossen verteilt; und nur ein verhältnismäßig kleiner Teil verwandelte sich in Gemeinde- und Korporationswald im modernen Sinn.

Wenn auch, wie schon früher (§ 11) erwähnt, bereits gegen das Ende des Mittelalters die Teilungen der Markwaldungen begonnen haben, so erfolgten dieselben doch erst seit dem 16. Jahrh. in immer größerem Maßstab, als der alte Gemeinsinn schwand, und jeder Genosse möglichst viel von der alten Allmende an sich zu reißen suchte. Am meisten wurde dieser Vorgang begünstigt, als die absolute Individualität zum leitenden Princip erhoben war, und die Regenten vom Standpunkt der Wohlfahrtspflege aus die Teilung beförderten, in der Hoffnung, daß durch die Privatwirtschaft eine Besserung der schlechten forstlichen Zustände herbeigeführt werden würde.

Die Teilung wurde in vielen Fällen dadurch vorbereitet, daß die einzelnen Ortschaften oder Genossen ihren Anteil an den Allmendnutzungen nicht mehr im ganzen Wald, sondern nur noch in bestimmten Bezirken, hier aber ausschließlich und allein, befriedigten.

Es war so das Wesen der Gemeinwirtschaft bereits durchbrochen, wenn auch die Genossenschaft formell noch fortdauerte.

Bei der späteren Teilung giengen die betr. Bezirke (Waren, Scharen, Lathen rc.) regelmäßig in das Eigentum der bisherigen Nutznießer über.

Einsichtsvolle Landesherren und lebenskräftige Markgenossenschaften suchten die Teilung so lang als möglich zu vermeiden, und wenn diese doch erfolgte, wenigstens einen Teil der Allmende als Reserve für etwaige Unglücksfälle noch fernerhin zu erhalten.

Durch die Markenteilung trat jetzt die Besitzform des bäuerlichen Privatwaldes, welche in einem großen Teil Deutschlands früher fast vollkommen gefehlt hatte, nunmehr häufiger auf. In anderen Fällen gieng dieser daraus hervor, daß in dieser Periode öfters Grundbesitzer ihren Hintersassen, welche bisher keinen eigenen Wald gehabt, sondern ihr Holzbedürfnis im Herrschaftswald befriedigt hatten, besondere Waldstücke als Eigentum zuwiesen.

In den ehemals slavischen Landesteilen Preußens entstand bei den ausgedehnten Kolonisationen während dieser Periode Privat- und Gemeindewaldbesitz in ähnlicher Weise, wie dieses bereits früher (vgl. oben § 11) geschildert wurde.

Die deutschen Städte, in welchen im 16. und 17. Jahrh. hauptsächlich durch die veränderte Richtung des Welthandels und die Verheerungen des 30jährigen Krieges an Stelle ihrer früheren Blüte eine Periode des Verfalls trat, machten in dieser Zeit keine besonders bemerkenswerten Walderwerbungen.

§ 24. Viel günstiger als für die ländliche Bevölkerung und für die Städte lagen die Verhältnisse für den Waldbesitz des landsässigen Adels sowie der unter Landeshoheit stehenden Stifte und Klöster.

Insbesondere wußte der Adel aus den politischen Wirren und sozialen Umgestaltungen für sich bedeutende Vorteile zu ziehen.

Bei den Markgenossenschaften war derselbe, ebenso wie die Landesherren, als Obermärker und noch häufiger als Mitmärker beteiligt. In beiden Fällen erwarben sie durch Gewalt oder durch Zugeständnis von seite der Landesherren, welche über ihren Widerstand sich nicht so leicht wegsetzen konnten, wie über jenen der bäuerlichen Markgenossen, ansehnliche Stücke des Markwaldes als Eigentum.

Aber auch fürstlichen Waldbesitz wußten die Adeligen bisweilen durch geschickte Benützung der Verhältnisse an sich zu bringen.

Kirchen und Klöster erlangten auch in dieser Periode Grundbesitz und Wald durch Schenkungen und Vermächtnisse.

§ 25. Durch das Zusammenwirken verschiedener Ursachen ist in der Zeit vom 16. bis 19. Jahrh. die Zahl und der Umfang der Forstberechtigungen ungemein gewachsen.

Als solche sind besonders hervorzuheben:

1) Der Verfall der Markgenossenschaften und der Uebergang des Grundeigentums am Markwald an den Landes- oder Schutzherren. Den Markgenossen verblieben in diesem Fall zwar ihre bisherigen Bezüge aus demselben mehr oder minder in der alten Weise, allein sie waren nunmehr zu dinglich Berechtigten herabgedrückt.

2) Die alte Mark hatte sowohl eine öffentlich-rechtliche als eine vermögensrechtliche Seite, im Lauf der Zeit schwand erstere mehr und mehr; wenn die Markgenossenschaft auch noch fortbestand, so trat dann die letztere allein hervor. Dieß hatte zur Folge, daß sich viele Marken gegen den Zuzug neuer Ansiedler oder doch wenigstens gegen die Entstehung gleich berechtigter Anwesen abschlossen, so daß im Verlauf der Zeit die Inhaber der älteren Höfe den übrigen als eine besonders bevorrechtete Korporation gegenüberstanden. Schon im Lauf des 18. Jahrh. (noch häufiger erst im 19.) gieng dann das Eigentum am ehemaligen Markwald an die politische Ortsgemeinde über, während aus den eigentlichen Markeigentümern Servitutsberechtigte am Gemeindewald wurden.

3) Bei Neuansiedlungen von Dorfschaften in der Mark des Mutterdorfes wurden diesem bisweilen Berechtigungen in der den Filialdörfern zugewiesenen Mark vorbehalten, umgekehrt kam es auch vor, daß bei der Teilung größerer Markgenossenschaften, ein Stück der alten Allmende noch als gemeinsames Eigentum ausgeschieden wurde und den einzelnen Gemeinden nur ein Nutzungsrecht an diesem zustand.

4) In grundherrlichen Marken begnügte sich öfters der Eigentümer mit dem Bezug der ihm zustehenden Vorrechte, so daß im Lauf der Zeit allmählich die Genossen als die wahren Eigentümer des Waldes auftraten, während die ehemaligen Herrenrechte den Charakter von Servituten am Gemeindewald annahmen.

5) Auch in dieser Periode wurden noch zahlreiche Nutzungsrechte an einzelne Personen, Dörfer, Gemeinden und Städte verliehen. Insbesondere waren es die Pfarrer und Schullehrer, ferner verschiedene Gewerbtreibende, denen das notwendige Holz in dieser Weise eingeräumt wurde. In manchen Ländern wurde überhaupt allen nicht waldbesitzenden Unterthanen das Brennholz unentgeltlich oder doch um sehr mäßigen Preis abgegeben, so daß hieraus öfters ebenfalls Berechtigungen entstanden.

6) In besonders umfangreicher Weise wurden zur Hebung des Bergbaues Forstberechtigungen eingeräumt. Man gewährte solche nicht nur für den eigentlichen Berg- und Hüttenbetrieb, sondern meist auch allen Bergleuten und überhaupt sämtlichen in dem betr.

Bezirk domizilberechtigten Personen mit Ausnahme der sich nicht mit dem Bergbau beschäftigenden Gewerbtreibenden, um die Ansiedlung zu befördern.

7) In jenen Gegenden, in welchen Markgenossenschaften fehlten, also namentlich in Südbayern und in den ehemals slavischen Landesteilen mußten die Bedürfnisse der Anwohner an Holz und Weide auf dem Weg des Rechtsbezuges gedeckt werden, soweit ihnen nicht Privat- oder Gemeindewald zugewiesen worden war.

8) Neben der Verleihung hat auch die Okkupation und Verjährung sehr wesentlich zur Entstehung neuer und Erweiterung schon vorhandener Berechtigungen beigetragen. Geringwertigkeit des Materials, mangelhafte Beaufsichtigung, ungenügende Besoldung des Forstpersonals und die hiedurch veranlaßte Unredlichkeit desselben, öfters auch Nachlässigkeit, ferner die Unklarheit der Rechtsverhältnisse am Wald haben diesen Vorgang ermöglicht und begünstigt.

9) In vielen Fällen war die Art und Weise der Bezahlung für die Forstprodukte eine Veranlassung für die Entstehung von Servituten. In der älteren Zeit wurde das Entgeld für den Bezug von Waldnutzungen durch die Hingabe von Naturalien oder durch eine geringe aber dem damaligen Werte der Forstprodukte entsprechende Geldzahlung geleistet.

Als nun deren Wert stieg und an die Stelle der Naturalwirtschaft die Geldwirtschaft trat, unterließ man es häufig aus verschiedenen Gründen auch die Gegenleistung entsprechend zu erhöhen, so daß diese wegen des Mißverhältnisses, in welchem sie zum Wert des bezogenen Produktes stand, allmählich den Charakter eines Gegenreichnisses für den Genuß eines Rechtes annahm.

So verschiedenartig auch die Geschichte der Forstberechtigungen sein mochte, so begann man, seitdem das römische Recht auf die forstlichen Verhältnisse angewendet wurde, sie alle als Servituten im römisch-rechtlichen Sinn anzusehen und zu behandeln, so daß hiedurch bald der Berechtigte, bald der Belastete in eine günstigere oder ungünstigere Lage kam.

Bei der Entwicklung einer geordneten Forstwirtschaft erfuhren die Berechtigungen mannigfache Veränderungen. Zunächst wurde verlangt, daß die Berechtigten ihre Bezüge erst nach vorausgegangener Anmeldung und Anweisung ausüben dürften. Dann trat man dem Streben der Berechtigten entgegen, anstatt des ihnen in vielen Fällen nur zustehenden geringwertigen Holzes die besten Sortimente sich anzueignen. Späterhin erschienen aber die Forstberechtigungen als ein solches Hemmnis der Forstkultur, daß man sie nach Quantität und Qualität immer mehr einzuschränken suchte. Hiebei kamen allerdings verschiedene Verletzungen an Privatrechten vor, allein die Maßregel selbst war bei einer bestimmten Stufe der wirtschaftlichen Entwicklung eine ebenso unumgängliche, wie im 19. Jahrh. die vollständige Beseitigung der Servituten, außerdem muß man dieselbe auch vom Standpunkt der damaligen Zeit und nicht von jenem des gegenwärtigen, besser entwickelten Rechtsgefühles aus beurteilen.

Im 18. Jahrh. finden sich bereits mehrfache gesetzliche Bestimmungen darüber, daß die Ausübung der Berechtigungen nicht bis zur Devastation des belasteten Waldes ausgedehnt werden sollten.

Schon frühzeitig galt der Grundsatz, daß das im Berechtigungsweg bezogene Material nur zur Deckung des eigenen Bedarfs verwendet, aber entwender überhaupt nicht, oder doch nur mit Genehmigung des Belasteten verkauft werden dürfe. Eine Ausnahme machten nur gewisse gemessene Rechtsbezüge, bei denen schon das Herkommen den Verkauf zuließ, z. B. jene der Bewohner der Jachenau in Oberbayern.

Bereits im 16. Jahrh. hatte man begonnen, Aufzeichnungen der vorhandenen Berechtigungen zu machen.

Ebenso hatte schon die Ansbach'sche Forstordnung von 1531 die Umwandlung der

ungemessenen Rechtsbezüge in gemessene versucht; allein erst gegen das Ende des 18. Jahrh. war die Zeit gekommen, um in dieser Beziehung energischer vorzugehen.

Ablösungen von Servituten fanden in der zu besprechenden Periode nur in geringer Zahl statt, als Abfindungsmittel diente fast ausnahmslos Grund und Boden.

Ueberall waren die Forstberechtigten verpflichtet, bei Waldbränden Hilfe zu leisten, widrigenfalls sie ihre Rechtsbezüge ganz oder doch wenigstens auf eine Reihe von Jahren verloren.

§ 26. Als der wesentlichste Fortschritt zur Sicherung der Grenzen des Waldeigentums ist der im Lauf des 17. und 18. Jahrh. erfolgte Ersatz der Grenzbäume durch dauerhaftere Zeichen, nämlich durch Marksteine, hervorzuheben. Nur der Nordosten Deutschlands machte eine Ausnahme, indem die Verordnungen des 18. Jahrh. hier noch ausschließlich Grenzhügel und Grenzbäume anführen, von denen sich erstere bis zur Neuzeit erhalten haben.

Die alten Grenzbegänge wurden anfangs noch in der früheren Weise unter Zuziehung der Bevölkerung vorgenommen, allein späterhin wurden sie immer ausschließlicher Sache der Forstbeamten, bisweilen waren auch die Justizbeamten bei derselben beteiligt. Gewöhnlich wurden über die Grenzbesichtigungen Protokolle aufgenommen.

Die schon im Mittelalter üblichen Grenzbeschreibungen wurden in der Folgezeit entsprechend verbessert und erweitert.

§ 27. Die Periode vom Schluß des Mittelalters bis zum 19. Jahrh. hat eine wenig erfreuliche Veränderung in dem Zustand des deutschen Waldes herbeigeführt.

Die Zunahme der Bevölkerung, die steigenden Anforderungen der Industrie und die Entwicklung eines ausgedehnten Holzhandels veranlaßten eine gewaltige Vermehrung der Bedürfnisse nach den Erzeugnissen des Waldes, wobei infolge der schlechten Transportanstalten vorwiegend nur die äußeren, sowie die an Wasserstraßen gelegenen Teile des Waldes zur Befriedigung des Holzbedarfes ausgenützt wurden.

Außerdem wurden jetzt auch eine Reihe von Nebennutzungen in großem Maßstab aus dem Wald entnommen, welche seinen Fortbestand sehr in Frage stellten, insbesondere gewann die Pest des Streurechens großen Umfang. Feuersbrünste verheerten namentlich in Norddeutschland große Waldstrecken.

Die Kriege des 17. und 18. Jahrh. veranlaßten bedeutende Verheerungen des Waldes. Die Truppen deckten aus ihm ihren Holzbedarf, der Landmann flüchtete sich vor dem Feind in denselben und verweilte oft lange Zeit daselbst, die Kriegskosten und Kontributionen endlich wurden häufig aus dem Erlös des verkauften Holzes gezahlt.

Der Adel, welcher immer mehr an die Höfe der Fürsten zog und dort einen unverhältnismäßigen Aufwand trieb, suchte denselben durch Eingriffe in die Sparkasse des Waldes zu decken.

Auch der Verfall der Markgenossenschaften hatte eine fortwährende Verschlechterung des Waldzustandes durch Holz- und Streufrevel zur Folge.

Wild und Jagd trugen endlich durch Verbeißen und Schälen, Aushauen von Futterplätzen, sog. Wildplätzen, von Schneussen und Gassen für das Stellen des Jagdzeuges, sowie durch Abholzung von geeigneten Flächen für das Abjagen zur Verödung des Waldes und zur Verdrängung der edlen Laubholzarten ganz gewaltig bei.

§ 28. Wenn auch schon zu Ende des Mittelalters an Stelle der früheren Rodungsbegünstigung wenigstens im westlichen und mittleren Teil Deutschlands Rodungsverbote getreten waren, so wurden doch auch hier bis in das 18. Jahrh. herein fortwährend noch Waldflächen in Feld umgewandelt, um der steigenden Nachfrage nach Brotfrüchten genügen zu können, doch durften solche Rodungen nur mit Genehmigung des Landesherren vorgenommen werden.

Im östlichen Deutschland wurden dagegen bis zum Schluß des 18. Jahrh. Neuan=

siedlung und Waldrodung möglichst gefördert, um die großen „Wildnisse“ zu kultivieren.

Neben diesen erlaubten Rodungen kamen aber fortwährend oft recht beträchtliche Uebergriffe von seite der Angrenzer, sowie unrechtmäßige Rodungen von seite der Forstbediensteten im Interesse des eigenen Oekonomiebetriebes oder zum Zweck der Verpachtung vor.

Um solche rechtswidrige Handlungen möglichst hintanzuhalten, finden sich seit dem 16. Jahrh. zahlreiche Verordnungen, welche die Abmarkung, Vermessung und Verzeichnung der vorhandenen Röder anordnen.

In den entlegeneren Teilen der österreichischen Alpenländer wurde bis in das 18. Jahrh. die temporäre Umwandlung von Wald zu Feld und nachheriges Liegenlassen zur Wiederbesamung geübt. In Steyermark erfolgte erst 1767 eine bleibende Ausscheidung der forstwirtschaftlich und landwirtschaftlich zu benützenden Flächen.

Auch in Ostpreußen verpachtete man die vorhandenen Blösen, die sog. Schäffelplätze, bis zu ihrer Aufforstung zum Feldbau.

§ 29. In dem Maß, als die Forsthoheit der Landesherrn sich entwickelte und die Markgenossenschaften verfielen, erließen jene eine große Anzahl von Verordnungen über pflegliche Waldbehandlung und Regelung der Waldnutzung, welche an die Stelle der analogen Vorschriften der Weistümer traten. Dieselben sind um so wichtiger, weil sie gleichzeitig den besten Einblick in die Forstwirtschaft gewähren, welche während des größten Teiles dieser Periode hierin ihre einzige Richtschnur fand. Diese Vorschriften stellen eine allmähliche Stufenleiter von rein negativen Verboten bis zu umfassenden Verordnungen dar, welche das ganze forstliche Wissen ihrer Zeit umfaßten.

Im Anfang begann man mit allgemeinen Bestimmungen, welche gegen die unpflegliche Behandlung und Verwüstung der Waldungen gerichtet waren. Die Klage über das unwirtschaftliche „Verhauen“ der Wälder wird im Eingang fast aller Forstordnungen[4]) angeführt. Da aber auf diese Weise doch nur wenig zu erreichen war, so gieng man zu immer schärferen und spezielleren Maßregeln über.

Ein großer Teil derselben betraf die Ersparung des Bauholzes. Baubesichtigungen zur Ueberwachung der ordentlichen Unterhaltung der Gebäude und entsprechenden Verwendung des abgegebenen Materiales, Prüfung der Bauvoranschläge, Untermauerung der Grundschwelle waren so ziemlich allenthalben angeordnet. An Stelle der Schindeln sollten Ziegeln verwendet und wenigstens das unterste Stockwerk von Stein gebaut werden. In Nassau verbot man sogar die Errichtung neuer Gebäude außer den bereits bestehenden, und in Bayern durften für die alten Leute keine eigenen „Austragsheußel“ gebaut werden.

Um an Stangen für die Umfriedigung der Anwesen und Grundstücke zu sparen, wurden hiefür lebendige Hecken oder Gräben angeordnet.

Zu Brennholz durfte, wie schon früher, nur geringwertiges Material verwendet werden, aber auch hieran sollte durch die Einführung von Gemeindebacköfen, bessere Ofenkonstruktion und Verwendung von fossilen Brennmaterialien möglichst gespart werden.

Ehe die Fällung stehenden Holzes erfolgte, mußten zuerst die Windwürfe aufgearbeitet sein.

Ganz besondere Aufmerksamkeit wurde der Schonung und Nachzucht der für Jagd

4) Unter Forstordnungen versteht man allgemeine Landesgesetze, welche die Bewirtschaftung und Benutzung aller in einem Land vorhandenen Waldungen (event. auch gleichzeitig der Jagden und Fischereien) in ihrem ganzen Umfang regelten. Sie giengen hervor aus den älteren Eigenthumsordnungen der Landes- und Gutsherren, welche ebenfalls bisweilen „Wald- oder Forstordnungen“ genannt werden, sowie aus den Weistümern. Eigentliche „Forsthoheitsordnungen“ in dem oben angegebenen Sinn kommen aber erst seit der Ausbildung der Forsthoheit selbst, also etwa seit Anfang des 16. Jahrh. vor. (Die älteste noch vorhandene Forst.-O. ist jene des Erzbischofs Mathäus Lang in Salzburg v. 1524.)

und Mast gleich wertvollen Eiche zugewandt. Wo nur irgend möglich, sollten statt des Eichenholzes andere Holzarten zur Verwendung gelangen, auch der Handel mit Eichenholz wurde sehr beschränkt, in Preußen sollten nur die zopfdürren Eichen zur Fällung gelangen.

Aehnliche Rücksicht wie im Flachland und Mittelgebirg der Eiche wurde im Hochgebirg der Lärche und Zirbelkiefer gewidmet.

Zur Schonung der Jungwüchse war das Aushängen grüner Reise zum Zeichen des Bierausschankes, ferner das Hauen von Maienbäumen, sowie die Verwendung von Schleppbüschen zum Hemmen streng und oft verboten.

Um die Befolgung dieser Anordnungen besser überwachen zu können, gieng man im 18. Jahrh. soweit, daß sogar in Privatwaldungen das zu fällende Holz zuvor durch den herrschaftlichen Forstbediensteten angewiesen werden mußte.

Zur Kontrole darüber, daß wirklich nur angewiesenes Holz gefällt wurde und zur Verhütung von Unterschleifen von seite der Forstbeamten kamen seit der Mitte des 16. Jahrh. die schon zu Ende des Mittelalters bekannten Waldhämmer zur allgemeinen Anwendung.

Die Köhlerei wurde in dieser Periode in sehr großem Maßstabe betrieben und war durch zahlreiche Verordnungen auf das genaueste geregelt. Neben der Grubenköhlerei (auch Lichtköhlerei genannt) kam allmälich die Meilerköhlerei immer mehr in Aufnahme.

Erstere wurde indessen noch lange betrieben, um das schwächere Material, welches sich zum Einsetzen in Meiler nicht eignet, zu verkohlen.

In den noch entlegeneren Waldteilen diente die Pottaschenbrennerei dazu, um aus denselben doch einigen Ertrag zu erzielen. Da die Pottaschensieder späterhin sogar die Streu mit verbrannten, so haben dieselben viel zum Ruin jener Waldungen, in welchen diese Nutzung im größeren Maßstab getrieben wurde, so z. B. im Spessart, beigetragen.

Im 18. Jahrh. verbrannte man auch in anderen Waldungen die Bodenstreu, um mit derselben die Wiesen zu düngen.

Trotz des hohen Alters des Niederwaldbetriebes dauerte es doch ziemlich lang, bis man mit demselben auch eine regelmäßige Gewinnung der Rinde verband, erst gegen das Ende des 16. Jahrh. scheint der Schälwaldbetrieb allgemeiner eingeführt worden zu sein, denn die churpfälzische Holzordnung von 1605 eifert noch gegen denselben und will ihn nur im Neckarthal und der Pfalz im beschränkten Umfang zulassen. Vorher und vielfach auch noch später war das so oft und streng verbotene Schälen stehender Bäume fast ausschließlich gebräuchlich, um die notwendige Lohrinde zu beschaffen.

Auch die Verwendung von Fichtenrinde zum Gerben wird erwähnt.

Die Harzgewinnung wurde in dieser Periode in bedeutendem Umfang namentlich im Thüringer Wald, aber auch in anderen großen Nadelholzgebieten betrieben. Ueber ihre Ausübung, die Minimalstärke der zu harzenden Bäume, das Anziehen der Lachen rc. enthalten die Forstordnungen sehr eingehende Bestimmungen. Häufig war das Harzen gewissen Personen vorbehalten und wurden denselben bestimmte Walddistrikte für längere Zeit, oft sogar erblich zu diesem Zweck verschrieben, woraus viele Harzscharrgerechtsame ihren Ursprung ableiten.

In den Kiefernwaldungen bildete die Teerschwelerei eine sehr bedeutende Nutzung.

Die Mast lieferte bis in das 18. Jahrh. noch immer den größten, vielfach sogar den einzigen Ertrag der ausgedehnten Laubwaldungen und war deshalb in den Forstordnungen nicht minder sorgfältig behandelt als früher in den Weistümern. Wie im Mittelalter, fanden auch jetzt noch alljährlich die Mastbesichtigungen statt, der Eintrieb der Schweine wurde wegen des zu entrichtenden Mastgeldes öfters als eine Pflicht der Unterthanen angesehen.

Bezüglich der Ausübung der Weide enthalten die Forstordnungen im wesentlichen

dieselben Gesichtspunkte wie die Weistümer, besonders streng schritten dieselben gegen die Weide der Schafe und Ziegen ein.

Mit der Zunahme der Bevölkerung entstand das Bedürfnis nach Waldstreu, welche im Mittelalter kaum bekannt war. Noch im 16. Jahrh. suchten die Forstordnungen diese Nutzung nach Kräften zu verhindern, erst im 17. und namentlich im 18. Jahrh. wurde dieselbe als ein unentbehrliches Bedürfnis für die Landwirtschaft anerkannt und beschränkte man sich jetzt darauf, die Gewinnung der Streu wenigstens in möglichst unschädlicher Weise erfolgen zu lassen durch das Verbot eiserner Rechen, sowie der Entfernung von Jungwüchsen ꝛc.

Die Waldbienenzucht und Zeidelweide nahmen seit der Entdeckung Amerikas immer mehr ab, nur im Norden und Osten von Deutschland wurde derselben selbst im 18. Jahrh. noch größere Aufmerksamkeit gewidmet.

§ 30. Plänterbetrieb und mittelwaldähnliche Formen waren jene Methoden des Waldbaues, welche das Mittelalter gekannt hatte und die noch lange nachher im größten Teil der deutschen Waldungen geübt wurden.

Die Fortschritte in der Waldbehandlung begannen zwar schon im 16. Jahrh., allein die eigentliche Entwicklung der waldbaulichen Technik erfolgte doch erst, nachdem der Rückschlag, welchen der dreißigjährige Krieg auf die gesammte Kulturentwicklung ausgeübt hatte, einigermaßen überwunden war, und gehört daher im Wesentlichen dem 18. Jahrh. an.

Die ältesten waldbaulichen Vorschriften aus dem 16. Jahrh. beschränken sich auf die Anordnung der Aufarbeitung und Entfernung des Afterschlages, der rechtzeitigen Abfuhr des Holzes und der Hege der jungen Schläge. Inzwischen hatte die Steigerung des Holzbedarfes dazu geführt, daß wenigstens in den Floßholz- und Kohlholzschlägen alles brauchbare Material auf einer größeren Fläche hinweggenommen wurde, so daß auf dieser nur das junge und das abständige Holz, sowie die nicht begehrten Holzarten stehen blieben. Solche Schläge wurden anfangs ohne Ordnung da angelegt, wo es jeweils am passendsten erschien. Im 16. Jahrhundert wurde nun angeordnet, daß eine gewisse Ordnung in den Schlägen eingehalten und diese aneinandergereiht werden sollten, ferner, daß alles auf der betr. Fläche vorhandene Holz, wenigstens soweit dieses eine gewisse Stärke erreicht hatte und nicht zum Einwachsen in den neuen Bestand geeignet war, bis auf eine bestimmte Anzahl Samenbäume (Laßreidel, Scharbäume ꝛc.), deren Zahl gewöhnlich zwischen 10 und 32 pro Flächeneinheit schwankte, entfernt werden sollte.

Beim Nadelholz zeigte es sich aber bald, daß diese einzeln stehenden Samenbäume dem Winde zum Opfer fielen, weshalb bereits um die Mitte des 16. Jahrh. (Oberpfalz 1565 und Bayern 1568) angeordnet wurde, daß außer denselben im Westen des Schlages noch eine geschlossene Partie des älteren Bestandes übergehalten werden sollte, um als Windmantel und zur Samenverbreitung zu wirken.

Da aber im Gebirg der Anfall der Sturmwinde durch die Thalrichtung beeinflußt wird, so gieng die Forstordnung für das Fichtelgebirg von 1574 einen Schritt weiter, indem sie vorschrieb, daß in allen 4 Hauptimmelsrichtungen je ein „Schächtlein Holz“ stehen bleiben und sich diese Aufeinanderfolge je für 5 Tagwerke wiederholen solle, man hatte so die Schachenschläge oder die Löcherwirtschaft.

Das Ueberhalten ganzer Horste statt einzelner Bäume findet sich später öfters erwähnt, so z. B. noch in der Forstordnung für Steyermark von 1767.

Die nie zu beseitigende Gefahr des Werfens der Samenbäume führte im 18. Jahrh. immer mehr zur Benützung der Randbesamung und Verjüngung durch schmale Absäumung.

Da man aber auch hier bei der Besamung von der Windrichtung abhängig blieb, so kam man allmählich auf die Idee der Coulissenschläge, welche um die Mitte des 18. Jahrh. häufig empfohlen und angeordnet wurden.

Die Wahrnehmung, daß bei einer unrichtigen Inangriffnahme der Schläge die Sturmgefahr sehr bedeutend gesteigert würde, veranlaßte, daß man schon zu Beginn des 18. Jahrh. (zuerst wohl Göchhausen 1710) auf die Hiebsrichtung großen Wert legte und stets den Anhieb von Osten oder Nordosten her empfahl, Hofjägermeister von Langen[5]) ordnete dann 1745 förmliche Hiebszüge mit 10 Ruten breiten Jahresschlägen an, die von Ost nach West fortgetrieben werden sollten.

Auf die Erhaltung eines Waldmantels (Prone, Brame) legen bereits verschiedene Verordnungen des 17. und 18. Jahrh. großes Gewicht.

§ 31. Schwieriger und langsamer als beim Nadelholz war der Uebergang zu den modernen Formen der Verjüngung beim Laubholz. Allerdings drängte hier auch die Notwendigkeit weniger, weil durch die Ausschlagsfähigkeit der Stöcke immerhin ein sehr einfaches und in vielen Fällen auch ausreichendes Mittel zur Anzucht eines neuen Bestandes geboten war.

Im 16. Jahrh. war die Nachzucht des nötigen Bauholzes eine Hauptsorge, welche man durch reichliches Belassen von Oberholz zu heben suchte. Da sich aber zeigte, daß hiedurch wieder das Wachstum des Unterholzes beeinträchtigt wurde, so machte man von der bereits gegen das Ende des Mittelalters geübten flächenweisen Trennung der Brennholz- und Bauholzproduktion eine umfassende Anwendung. Selbst da, wo nicht genügende Kernwüchse vorhanden waren, um diese zu einem Bauholzwald heranwachsen zu lassen, suchte man durch Schneideln und Aufasten (Fegen) der wüchsigeren Stockausschläge stärkeres Stammholz zu erziehen, wie dieses die Nassauische Verordnung von 1562 lehrt. Solche Bauwaldungen finden sich bis gegen das Ende des 18. Jahrh. vielfach erwähnt.

Gegen das Ende des 16. Jahrh. entwickelte sich der regelrechte Mittelwaldbetrieb mit genauer Abstufung der Altersklassen im Oberholz, ganz vollständig findet derselbe sich in der Eichstädtischen Verordnung von 1592.

Wie bereits früher angegeben wurde, waren die Umtriebszeiten im Niederwald bezw. im Unterholz des Mittelwaldes anfangs ungemein niedrig (meist 7—12 Jahre). Als sich aber das Holzbedürfnis steigerte und die Notwendigkeit hervortrat, auf einer bestimmten Fläche eine möglichst große Holzmasse zu erzeugen, wurden diese Umtriebszeiten immer mehr verlängert, im 16. Jahrh. schon auf 20—30 Jahre, im 17. bis zu 40 und im 18. sogar bis auf 60 und selbst 80 Jahre. Man war auf diese Weise zu dem sog. Stangenholzbetrieb gekommen, welcher in zahlreichen Verordnungen aus der Mitte des 18. Jahrh. vorgeschrieben und besonders durch von Langen in den Stolberg'schen Forsten am Harz sowie in den Weserforsten in der ausgedehntesten Weise zur Anwendung gebracht wurde.

Während sich so aus dem Niederwald der Stangenholzbetrieb entwickelte, bildete sich seit dem Anfang des 18. Jahrh. im westdeutschen Laubholzgebiet in den Plänter- und den Bauwaldungen (nicht aber aus dem Mittelwald, wie häufig angenommen wird) der moderne Femelschlagbetrieb aus.

Wenn auch in den Bauwaldungen der Plänterbetrieb üblich war, so lag es doch nahe, die gewünschten Stämme nicht regellos im ganzen Wald, sondern vorwiegend jeweils nur auf einer kleineren Fläche abzugeben.

Da so ziemlich überall die Vorschrift bestand, daß an Stelle der abgegebenen Stämme wieder eine Anzahl junger gepflanzt werden müßten, da ferner infolge des Schweineeintriebes in diesen Waldungen der Boden das Keimen der abgefallenen Bucheln und Eicheln begünstigte, so kamen diese allmählich in einen solchen Zustand, daß die jüngeren Altersklassen

---

5) von Langen, Johann Georg, geb. 1699 zu Oberstedt (Grafschaft Henneberg), Oberjägermeister in braunschweigischen und eine Zeit lang in dänischen Diensten, gest. 1776 auf dem Jagdschloß Jägersburg unweit Klampenborg (bei Kopenhagen).

vorherrschten und sie nun in Hege gelegt wurden, bis der Jungwuchs dem Maule des Viehes entwachsen war und sich geschlossen hatte.

Aehnlich gestaltete sich die Sache auch in den übrigen Plänterwaldungen, wenn diese aus irgend einem Grund stärker durchhauen worden waren, so daß man in der gleichzeitigen Entnahme der Hauptmasse des älteren Bestandes, in Verbindung mit der durch den Schweineeintrieb herbeigeführten Bodenlockerung, ein Mittel erkannte, ausschließlich oder doch vorwiegend durch Kernwüchse Laubholzwaldungen zu verjüngen. Dieses Verfahren wurde zuerst durch den Oberforstmeister von Minnigerode zwischen 1720 und 1730 in den Hessendarmstädtischen Waldungen im größeren Umfang zur Anwendung gebracht.

Da im westlichen Deutschland wohl von jeher die Buche stark vertreten war, so mußte bald die Beobachtung gemacht werden, daß die sofortige vollständige Freistellung des Aufschlages hier nicht zweckmäßig und ein allmählicher Uebergang erforderlich sei. Die Hanau-Münzenberg'sche Forstordnung von 1736 schreibt deshalb bereits die drei Hiebsstufen: Samen-, Licht- und Abtriebsschlag vor.

Diese Wirtschaftsmethode hat bald große Verbreitung erlangt, wenn sie auch anfangs von den Anhängern des Stangenholzbetriebes scharf angegriffen wurde.

Nachdem Forstmeister von Hanstein um das Jahr 1767 in den Hils-Forsten auch noch den Vorbereitungshieb zur Anwendung gebracht hatte, war das Wesen des Femelschlagbetriebes eigentlich bereits vollständig vorhanden, und es handelte sich zunächst darum, den Lichtungsgrad bei den einzelnen Hiebsstufen festzusetzen, worüber in der Litteratur der 2. Hälfte des 18. Jahrh. eingehende Verhandlungen stattfanden.

Der Hessen-kassel'sche Oberjägermeister von Berlepsch, der Büdingen'sche Forstmeister Hoffmann, Brüel, ferner der fürstlich Hessische Forstmeister Kregting haben sich um die weitere Entwicklung dieser Betriebsform große Verdienste erworben. Ein 1785 (in Moser's Forstarchiv Bd. VIII) anonym erschienener Artikel, ebenso 1788 Kregting, verlangt bereits, daß die Nachhauungen nicht auf der ganzen Fläche gleichmäßig und auf einmal, sondern allmählich und dem Bedürfnis des jungen Aufschlags entsprechend vorgenommen werden sollten.

§ 32. Das 16. Jahrh. hat wie für die Geschichte der natürlichen Verjüngung so auch für jene des Forstkulturbetriebes eine hervorragende Bedeutung.

Die Laubholzpflanzung, welche in Nordwestdeutschland bis zum Beginn der Neuzeit wohl nur zur Anlage von Baumgruppen in der Nähe der Höfe benützt wurde, scheint um die Mitte des 16. Jahrh. (Braunschweig-Lüneburg 1547) zuerst zur Verjüngung der sog. Hutewaldungen („Vorhölzer“) angewandt worden und dann in der 2. Hälfte des 16. Jahrh. auch für Kulturen in anderen Teilen des Waldes in Uebung gekommen zu sein. Um die gleiche Zeit entwickelte sich die Technik der Pflanzkämpe, während bis dahin wohl nur Wildlingspflanzen gebraucht wurden. In den übrigen Teilen Deutschlands war man damals ebenfalls schon für die Nachzucht der Eiche bedacht, benützte aber hiezu mehr die Saat.

Zur Erhaltung des notwendigen Eichenholzes bestand in den Marken Niedersachsens und Westfalens die Verpflichtung, daß jeder Genosse, bisweilen auch nur die Holzempfänger, jährlich eine bestimmte Anzahl Eichen pflanzen und meist 2—3 Jahre lang pflegen mußte. In den folgenden Jahrhunderten wurden ähnliche Bestimmungen mehrfach erlassen, insbesondere gehören hieher die in verschiedenen Gegenden üblichen Brauteichen, d. h. jeder Bräutigam mußte, bevor er getraut wurde, eine bestimmte Anzahl Eichen pflanzen oder wenigstens (in Preußen) eine bestimmte Summe hiefür bezahlen.

Im 18. Jahrh. wurde dem Anbau der Eiche in Litteratur und Praxis ganz hervorragende Aufmerksamkeit geschenkt und derselbe durch zahlreiche obrigkeitliche Befehle angeordnet.

Schon im 16. Jahrh. kannte man das Ueberwintern der Eicheln und Bucheln im Sand und gab der Herbstsaat den Vorzug vor der Frühjahrssaat, im 18. Jahrh. wurde

die Kulturtechnik wegen der üblichen Verwendung sehr starker Heister (nach der preußischen Verordnung von 1788 sollten sie 10—12' hoch sein) bedeutend verbessert. Das Aufasten, Beschneiden der Wurzeln, Beobachten der Himmelsrichtung beim Verpflanzen waren im 18. Jahrh. vielbesprochene Themata.

Die preußische Verordnung von 1719 beschreibt bereits eine Pflanzmethode, welche im Prinzip mit der Manteuffel'schen Hügelpflanzung übereinstimmt, und Forstmeister Ahlers in Oldenburg führte um 1776 nach einem ähnlichen Verfahren ausgedehnte Kulturen aus.

Neben der Eiche wurde von den Laubhölzern namentlich die Buche sowie die Erle, letztere zur Kultur nasser und sumpfiger Stellen, in größerem Umfang künstlich angebaut.

In Süddeutschland war durch das Vorherrschen des Nadelholzes mehr Veranlassung geboten, den künstlichen Anbau dieser Holzarten in's Auge zu fassen. Es enthalten denn auch die Forstordnungen aus der 2. Hälfte des 16. Jahrh. hier recht eingehende Vorschriften über das Sammeln der Zapfen, Ausklengen der Samen und Aussaaf derselben. Damals und noch lange nachher glaubte man, daß der Nadelholzsamen vor der Aussaat erst eingequellt werden müsse und am besten mit Sand oder Sägspähnen vermischt ausgesäet werde, sogar die Forstordnung für die österreichischen Vorlande von 1786 lehrt noch dieses Verfahren.

Daß sich nicht alle Standorte gleichmäßig für alle Holzarten eignen und namentlich das Nadelholz auch auf den geringeren Standorten fortkomme, wußte man bereits im 16. Jahrhundert.

Gegen das Ende des 17. Jahrh. begann der künstliche Anbau des Nadelholzes auch in Norddeutschland, und zwar zunächst am Harz, im größeren Maßstab.

Unter den forstlichen Schriftstellern des 18. Jahrh. hat bereits Carlowitz [6]) und später namentlich Joh. Gottl. Beckmann [7]) für den künstlichen Anbau des Nadelholzes gewirkt, welcher in Preußen seit 1750 in umfangreicher Weise zur Aufforstung öder Gründe und der sog. Sandschellen (mittels Zapfensaat) angewendet wurde.

In den letzten Dezennien des 18. Jahrh. fieng man auch an, die Flugsandschollen und Wanderdünen zu binden und sie, soweit möglich, aufzuforsten.

Die weitere Ausdehnung der Nadelholzkulturen veranlaßte eine wesentliche Verbesserung der alten, rohen Klengmethoden. Zuerst brachte man die Zapfen auf den Zimmerofen oder in den heißen Backofen, um sie zum Oeffnen zu veranlassen, erst später richtete man in den Stuben Gerüste mit Horden auf, um eine weniger intensive und besser zu regulierende Einwirkung der Wärme zu erzielen. Zu anfang des 18. Jahrh. kam dann die Sonnendarre (Buberte) auf, welche von J. G. Beckmann bedeutend verbessert wurde.

Sehr viel später als beim Laubholz gelangte beim Nadelholz die Pflanzung zur Anwendung, und zwar zunächst mittels Wildlingspflanzen, erst v. Langen führte die Pflanzung neben der Saat als gleichberechtigt in die Praxis ein, welche infolge seiner Anregung bald auch in den übrigen Harzforsten allgemeiner verbreitet wurde. Gegen das Ende dieser Periode wurde in Preußen ebenfalls die Pflanzung und zwar unter Anwendung des Hohlspatens (1779) zum Anbau der Kiefer benutzt.

Bei der Geringfügigkeit der Forsterträge mußte das Bestreben dahin gehen, die notwendigen Kulturen so billig wie möglich auszuführen. Die Beschaffung des Samens sowohl als die Bodenbearbeitung und Aussaat wurde daher öfters als eine Leistung der Forstberechtigten und Freiholzempfänger beansprucht, bisweilen mußten auch die Forstbeamten selbst für den erforderlichen Samen sorgen, 1763 begann man bereits in Preußen Forstfrevler zu Kulturarbeiten zu verwenden.

---

6) Hans Carl von Carlowitz, geb. 1645 zu Oberrabenstein (Sachsen), gest. 1714 als Oberberghauptmann zu Freiberg.

7) Johann Gottlieb Beckmann, geb. um 1700, gest. um 1777 als gräfl. Einsiedeln'scher Forstinspektor zu Wolkenburg (Kursachsen).

Ein anderes Hilfsmittel zur Beschaffung eines Kulturfonds bestand in den sog. Pflanzgeldern, welche in Preußen, Hessen-Kassel und kurze Zeit auch in Baiern jeder Holzkäufer neben dem Kaufpreis zu bezahlen hatte.

Langen führte in den Forsten des Weserkreises und im Fürstentum Blankenburg bereits 1744 einen förmlichen Waldfeldbaubetrieb ein und gebrauchte hier zur Düngung die Rasenasche.

Seit der Mitte des 18. Jahrh. benützte man die Verbindung der Holzsaat mit temporärem Fruchtbau an verschiedenen Orten zu einer billigen und erfolgreichen Kultur öder Gründe und größerer Blösen.

§ 33. In dem Streben, einer unpfleglichen Waldbehandlung, welche die wüchsigen Stangenhölzer abhieb, um das zu den Umfriedigungen notwendige Material zu bekommen, vorzubeugen, dürfte der Ursprung der Durchforstungen begründet gewesen sein. Die ersten Vorschriften hierüber (Württemberg zwischen 1514 und 1519 [?] und Salzburg 1524) lauten, daß die Stangen da ausgehauen werden dürften, wo das Holz sehr dick stünde und der Aushieb einzelner Individuen ohne Schaden geschehen könne. Bereits in den Ansbach'schen Forstordnungen von 1531 findet sich die weitere Bemerkung, daß durch solche Aushiebe das Wachstum des verbleibenden Teiles gefördert würde. Die eben angeführten Vorschriften wurden in den meisten Forstordnungen des 16. und 17. Jahrh. wiederholt und hatten jedenfalls den Erfolg, die befürchteten Verwüstungen hintanzuhalten; ein planmäßiger Durchforstungsbetrieb war aber damals noch nicht möglich.

Im 18. Jahrh. trat diese Frage in den Vordergrund der wirtschaftlichen Erörterungen, fand jedoch bei den eigentlichen „Holzgerechten" wenig Verständnis für ihre Bedeutung. Döbel [8]) und Beckmann verhielten sich ganz ablehnend gegen die Durchforstungen, nur einige fortgeschrittenere, namentlich von Langen, Zanthier [9]), Oettelt [10]) und Berlepsch [11]), traten für dieselben ein und hoben sowohl ihren günstigen Einfluß für das Wachstum des Hauptbestandes als auch die finanziellen Vorteile hervor. Ein Anonymus in Stahl's Forstmagazin vom J. 1765 schätzt ersteren bereits so hoch, daß er die Durchforstungen selbst mit Verzicht auf einen Geldertrag durchgeführt wissen wollte. Forstmeister Leubert in Greifswalde sagte 1774, daß die durchforsteten Bestände viel früher hiebsreif würden, als solche, bei denen diese Maßregel versäumt worden sei.

Die Rücksicht auf die Schonung der Jungwüchse dürfte auch die Anregung zur Entwicklung der Reinigungs- und Auszugshiebe gegeben haben.

Man verwandte nämlich in früherer Zeit zum binden des Getreides hauptsächlich Wieden. Mehrere Forstordnungen des 16. Jahrh. schreiben nun vor, daß hiezu kein Kernwuchs edlerer Holzarten, sondern nur Saalweiden, Haselnuß, Weiden und andere Weichhölzer verwendet werden dürften. Auf diesem Standpunkt verharrte man, bis zu anfang des 18. Jahrh. Carlowitz das Auslichten allzudichter Saaten und eine preußische Verordnung von 1719 die Entfernung des untüchtigen und ausschlagenden jungen Holzes, welches die Eichen ersticke, empfahl.

Regelmäßige Reinigungshiebe wurden erst durch Langen 1745, sowie durch Berlepsch angewendet. Auch diese Maßregel fand viele Gegner, zu denen namentlich Beckmann, Geutebrück und sogar Oettelt gehörten.

---

8) Heinrich Wilhelm Döbel, geb. 1699 im sächsischen Erzgebirg, gest. 7. Juni 1760 zu Pleß (?). D. war Oberpiqueur bei dem Kurfürsten Friedrich August II von Sachsen und zuletzt Förster in Falkenberg.

9) Hans Dietrich von Zanthier, geb. 1717 auf dem Rittergut Görzig (in Sachsen), gest. 1778 als Oberforstmeister zu Wernigerode.

10) Karl Christoph Oettelt, geb. um 1730 in Schleiz, gest. 1800 als Waldmeister zu Ilmenau.

11) Karl Friedrich Freiherr von Berlepsch, geb. 1724 auf dem Schloß Berlepsch, gest. 1790 als Oberjägermeister und Staatsminister in Kassel.

§ 34. Der sich fortwährend verschlechternde Zustand der Waldungen einerseits und die Zunahme des Holzbedarfs andererseits veranlaßten schon zu Beginn des 18. Jahrh. den Anbau der rascher wachsenden Weichhölzer, der Birke, sowie im weiteren Verlauf auch der Nadelhölzer, um mit diesen Blösen zu füllen und in möglichst kurzer Zeit beträchtliche Holzmassen zu erziehen. Schon die churpfälzische Verordnung von 1719 enthält Bestimmungen in diesem Sinn und hervorragende Forstwirte des 18. Jahrh., namentlich auch von Langen und Zanthier, huldigten dieser Richtung, welche sich schließlich bis zur förmlichen „Betulomanie" steigerte.

Hiebei wurden allerdings auch manche Mißgriffe gemacht, z. B. durch unvorsichtiges Beimischen der Birken in Fichtenkulturen ohne entsprechende Bestandespflege, allein an manchen Orten wußte man bereits vor 100 Jahren ganz gut die raschwüchsigen Holzarten als Bestandes-Schutz und Treibholz zu benützen; vergl. z. B. die preußische Verordnung von 1780 über den Anbau der Eiche mit Hilfe der Kiefer, Birke und ähnlicher Holzarten.

Die gleichen Beweggründe in Verbindung mit der deutschen Vorliebe für Fremdländisches führten im 18. Jahrh. auch zum Anbau fremdländischer Holzarten. Unter diesen wurde in der zweiten Hälfte des 18. Jahrh. namentlich die weißblühende Akazie begünstigt, auf welche man die weitgehendsten Hoffnungen wegen ihrer Genügsamkeit, Raschwüchsigkeit und ihres sehr brauchbaren Holzes setzte, besonders Medicus [12]) in Mannheim suchte ihr eine große Verbreitung zu verschaffen; G. L. Hartig trat im Jahr 1798 den zuweitgehenden Erwartungen bezüglich dieser Holzart in einer besonderen Schrift entgegen.

Um an Stelle der langsam wachsenden Eiche ein ebenso gebrauchsfähiges Nutzholz in kürzerer Zeit zu erziehen, wurde im 18. Jahrh. dem Anbau der Lärche, welche ursprünglich in Deutschland nur in den Alpen und den schlesischen Gebirgen heimisch ist, allgemeine Aufmerksamkeit zugewendet und derselbe u. A. in Preußen durch die Verordnung von 1779 besonders empfohlen.

Außer der Akazie und Lärche wurden seit dem Anfang des 18. Jahrh., zunächst über England, auch verschiedene amerikanische Hölzer eingeführt und an verschiedenen Orten, so namentlich von Herrn von Veltheim auf seinem Gut Harbke in der Nähe von Helmstädt, eifrig kultiviert. Größeren Umfang nahm der Anbau dieser Holzarten an, als durch die deutschen Hilfstruppen, welche im nordamerikanischen Freiheitskrieg gekämpft hatten, Nachrichten über die dortigen raschwüchsigen und mächtigen Waldbäume aus eigener Anschauung nach Deutschland kamen.

Namentlich hat sich von Wangenheim [13]), welcher als Offizier des landgr. hessischen Feldjägerkorps in Amerika gewesen, um die Einführung solcher Hölzer bemüht. In der Einleitung zu seinem „Beytrag zur teutschen holzgerechten Forstwissenschaft" (1787) entwickelte er eine Reihe von Grundsätzen über die Naturalisation ausländischer Holzarten, welche zum großen Theil noch heute als richtig anzuerkennen sind.

Neben Wangenheim bemühte sich in der gleichen Richtung Burgsdorff [14]), welcher in Tegel bei Berlin eine Plantage solcher Holzarten angelegt hatte und von dort aus einen schwunghaften Handel mit fremdländischen Holzsamen und Pflanzen betrieb. Indessen war B. bei dieser Gelegenheit nicht frei von Egoismus, verkaufte die Samen, welcher er mit viel Reklame anpries, unverhältnismäßig theuer und empfahl auch solche Arten (u. A. Myrica cerifera), welche sich für den deutschen Wald unmöglich eigneten.

§ 35. Als man eine Ordnung in die Abnützung des Holzvorrathes zu bringen be-

---

12) Friedrich Casimir Medicus, Dr. med., geb. 1736 zu Grumbach, gest. 1808 zu Mannheim, Direktor des botanischen Gartens daselbst.

13) Friedrich Adam Julius von Wangenheim, geb. 1749 in Sonneborn bei Gotha, gest. 1800 in Gumbinnen, wo er seit 1788 als Oberforstmeister thätig war.

14) Friedrich August Ludwig von Burgsdorf, geb. 1747 zu Leipzig, kurmärkischer Oberforstmeister und Geheimerath, gest. 1802 zu Berlin.

gann, war, wie bereits früher (§ 17) erwähnt wurde, die Teilung der Fläche jenes Hilfsmittel, welches bei dem damaligen Stand der Kenntnisse am nächsten lag und von dem man nicht nur schon im 14. Jahrh., sondern selbst noch bis zum Ende des 18. Jahrh. den umfassendsten Gebrauch machte. Wenn nun auch einzelne Nachrichten aus dem 16. Jahrh. von einer Gleichheit der einzelnen Jahresschläge sprechen, so dürfte diese doch wol immer nur als eine Ausnahme zu betrachten sein, in weitaus der Mehrzahl der Fälle boten, wenigstens im coupierten Terrain, die Terrainausformung und die natürlichen Grenzen unter Berücksichtigung des gegenwärtigen Holzgehaltes die am meisten benützten Anhaltspunkte für die Teilung, während man sich in ebenem Terrain an jenes Liniensystem anlehnte, welches in vielen Waldungen zum Zweck des Durchstellens des Jagdzeugs vorhanden war.

Da aber die Flächenteilung vom 16. und 17. Jahrh. bei dem damaligen Stand der Kenntnisse doch immerhin nur in kleinen Waldungen mit kurzer Umtriebszeit durchführbar war, so wandte man in größeren Forsten, so z. B. am Harz schon im 16. Jahrh., auch ein anderes Verfahren an, welches wesentlich auf dem Prinzip der Massenteilung beruhte.

Man untersuchte nemlich einerseits den gegenwärtigen Holzvorrath und die Zeit, welche nothwendig war, damit die Bäume die gewünschte Stärke erreichten, andererseits wurde der jährliche Holzverbrauch ermittelt und hienach eine Disposition über den Abtrieb der Bestände getroffen, auch im 18. Jahrh. war diese Methode noch vielfach gebräuchlich.

Die eigentliche Entwicklung der Betriebsregulirung begann erst nach dem Jahr 1740 und zwar ziemlich gleichzeitig sowohl in der Richtung der Flächen- als auch in jener der Massenteilung.

Auf dem Gebiet der Flächenteilung machte der Oberförster von Clausthal, Jacobi, den ersten Schritt vorwärts, indem er in seinem Gutachten über die Behandlung der Göttinger Stadtwaldungen v. J. 1741 vorschlug, für die fernere Bewirtschaftung zwar im allgemeinen gleich große Jahresschläge zu Grund zu legen, allein dieselben an einer Stelle mit besonders ungünstigen Bodenverhältnissen bleibend größer zu machen als außerdem. Der Uebergang zur Einhaltung der Jahresschläge sollte wegen des augenblicklich sehr ungleichen Holzgehaltes derselben nur allmählich erfolgen.

Im gleichen Sinne waren von Langen und Zanthier thätig, indem sie zwar die Forsten geometrisch einteilten, aber ebenfalls die Größe des einzelnen Jahresschlages nicht strenge festhielten, um jährlich annähernd gleiche Holzmassen zur Fällung zu bringen. Zanthier ermittelte auch bereits einen Materialetat nach vorherigem Auszählen des vorhandenen Holzes.

Oettelt gieng ebenfalls von dem Jahresschlag $\frac{\text{Fläche}}{\text{Umtriebszeit}}$ aus, berücksichtigte aber bei Absteckung der Schläge in sehr weitgehender Weise die „Beschaffenheit der Hölzer", nicht allein die „Ackerzahl". Oettelt war der erste, welcher die Bestände in (7—8) ungleich lange Altersklassen einreihte, er untersuchte ferner den mittleren Durchschnittszuwachs und stellte den noch lange festgehaltenen Satz auf, daß bei nicht normalem Altersklassenverhältnis in der ältesten Altersklasse solange gewirtschaftet werden müsse, bis das Holz der nächsten jüngeren Klasse hiebsreif geworden sei.

Während Oettelt lediglich die Bestandesbonität berücksichtigte, vervollkommnete der Landjägermeister von Wedell[15]) in Schlesien dessen Verfahren dadurch, daß er Bestandes- und Standortsgüte getrennt behandelte. Die Teilung nach der vorübergehenden Bestandesgüte nannte er die arithmetische, jene nach der bleibenden Standesgüte die geometrische, letztere sollte nicht planimetrisch gleich, sondern der Ertragsfähigkeit des Bodens

15) Gottlob Magnus Leopold von Wedell, geb. vor 1750, gest. 1799 in Breslau, Landjägermeister in Schlesien und der Grafschaft Glatz.

proportional sein. Die Bestände wurden nach Klassen bonitiert, der Holzvorrath nach Probeflächen ermittelt, diesem der sehr gering angenommene Durchschnittszuwachs zugerechnet und so der mittlere jährliche Abnützungssatz gefunden, der aber je nach Bedürfnis ermäßigt wurde, wenn das Holz in der folgenden Altersklasse zu jung war. Wedell zerlegte die ausgedehnten Gebirgsforsten nicht nur in Reviere, sondern auch in sog. Hauptteile (Blöcke, Complexe, Betriebsklassen), unter Umständen konnten wieder mehrere Hauptteile zu Regionen zusammengefaßt werden.

Während die örtlichen Verhältnisse im Hügelland und Mittelgebirge zum Proportionalschlag drängten, blieb in der norddeutschen Tiefebene der gleichgroße Jahresschlag der einfachste und bequemste Regulator für den Betrieb. Auf einen jährlich gleichbleibenden Holzertrag kam es hier weniger an, weil der größte Teil des Materiales zum Export bestimmt war und sich hierbei die einzelnen Reviere ergänzten.

Obwohl Friederich d. G. sich schon beim Beginn seiner Regierung bemühte, auch in die Forstwirtschaft Ordnung zu bringen, so begann eine solche erst, als im Jahre 1778 dem Forstdepartementsrat von Kropff[16]) die Leitung des Vermessungs- und Einrichtungsgeschäftes übertragen wurde. Zufolge der im Jahre 1780 und 1783 erschienenen Instruktionen sollte in der Mark und in Pommern jede Forst in eine Anzahl Haupt-Abteilungen, jede derselbe in 2 gleich große Blöcke, und jeder Block in 70 gleich große Schläge geteilt werden. Das Mittelglied des Blockes wurde eingeschoben, um den Willen des Königs, der auf einer 70jährigen Umtriebszeit bestand, zu umgehen und thatsächlich eine 140jährige einzuführen.

Im Jahre 1788 trat Hennert[17]) an die Spitze des Forsteinrichtungsgeschäftes und änderte das von Kropff angenommene System wieder wesentlich ab.

Da sich bei der genauen Einhaltung der im voraus abgesteckten Jahresschläge viele Schwierigkeiten ergeben hatten und man sich auch dem Verfahren des Samenschlages bei der Kiefer zuwandte, so faßte Hennert größere Flächen zusammen, welche den Etat mehrerer Jahre enthielten, und lehnte sich hierbei an die bereits früher zu jagdlichen Zwecken durchgehauenen Trennungsschneussen sowie die hiedurch gebildeten Flächenfiguren an. Alle Forsten sollten in Jagen geteilt werden, kam der Hieb an ein solches, so mußte dasselbe sofort ganz in Dunkelschlag gestellt werden, nur bei sehr ausgedehnten Abteilungen war es gestattet, den Angriff auf $\frac{1}{3}$—$\frac{2}{3}$ der Fläche zu beschränken. Der Einteilung folgte die Bonitierung nach 3 Abstufungen und die Einreihung in 4 Altersklassen. Nach Probeflächen wurde der Materialertrag ermittelt, aber dabei festgehalten, daß keine Abteilung eher zum Hiebe kommen dürfe, als bis sie das normale Haubarkeitsalter erreicht hatte. Durch Division des Ertrages der ältesten Altersklasse mit der Anzahl der Jahre, für welche sie ausreichen mußte, bestimmte Hennert seinen Etat, welchen er bei großen Abweichungen zwischen den verschiedenen Altersklassen modifizierte. Hennert stellte seinen Etat nicht nur nach Masse, sondern auch nach Geld auf und erstrebte einen möglichst gleichbleibenden Geldertrag.

§ 36. Weniger rasch entwickelten sich jene Methoden der Forsteinrichtung, welche sich auf Massenteilung gründen. Das erste derartige, aber noch sehr unvollkommene Verfahren wurde von dem gräfl. Schönburg'schen Forstbeamten J. G. Beckmann seit 1743 zur Anwendung gebracht. Derselbe ermittelte in sehr umständlicher, später noch näher zu besprechender Weise den dermaligen Holzvorrat durch spezielle Massenaufnahme, addierte zu demselben den Zuwachs, welchen er nach 3 Abstufungen zu $2\frac{1}{2}$, 2 und 1 Prozent an-

---

16) Karl Philipp von Kropff, geb. um 1745 in Kattenstedt, gest. 1820 in Potsdam, wo er seit 1786 als erster Oberforstmeister der Kurmark wirkte.

17) Karl Wilhelm Hennert, geb. 1739 zu Berlin, gest. 1800 daselbst als geh. Forstrat und Chef der Forstabschätzung.

nahm, und berechnete, wie lange bei dem infolge der Abnützung fortwährend abnehmenden Zuwachs der Holzbestand zur Deckung des Abgabesatzes ausreichen werde. Ueber die Ermittlung des letzteren macht Beckmann keine nähere Angabe, wahrscheinlich hat er denselben nach Maßgabe des Bedarfs gutachtlich eingeschätzt.

In den nächsten Jahrzehnten beschränkten sich die Fortschritte auf diesem Gebiete wesentlich auf Vereinfachung der Methode der Massenschätzung und die Aufstellung einer einfachen Formel zur Berechnung des Zuwachses in allmälig abzunützenden Holzbeständen. Von letzteren erschienen verschiedene, u. A. von dem sächsischen Berghauptmann Oppel, von Däzel [18]), die einfachste, welche sich in dem Ausdruck $\frac{z}{2}\left(\frac{n-1}{n}\right)$ wiedergeben läßt, rührt von dem sächsischen Pfarrer Vierenklee [19]) her.

Im Jahre 1783 erschienen gleichzeitig 2 Anleitungen zur Betriebsregulirung, welche den Uebergang zu den Fachwerksmethoden machen, indem sie statt der früher üblichen ungleich langen Altersklassen, die Einteilung in gleichlange Perioden anwandten.

Das eine Verfahren ist in der Instruktion geschildert, wonach sich die Herzogl. Württembergischen Kirchenrathsbeamten bei Anfertigung eines neuen Forstetats über die Kirchenwaldungen zu richten hätten, das andere rührt von dem kurf. sächsischen Oberförster in Suhl, Maurer, her.

Beide brachten auch die Ausscheidung von Reserven in Anwendung, welche übrigens bereits die Forstordnung für das Fichtelgebirge v. 1574 kennt.

Maurer hat außer der erwähnten reinen Massenteilungsmethode, welche sich an Beckmann anlehnt, noch 2 andere Verfahren zur Betriebsregulierung gelehrt, von denen die eine eine kombinierte Flächen- und Holzteilung ist, die andere aber nur auf Flächenteilung beruht.

Am vollständigsten hat Kregting bereits 1788 das reine Massenfachwerk gelehrt, indem er Altersklassen mit 10jähr. Abstufung annimmt, einen Hauptwirtschaftsplan (forstmäßige Anweisung) entwirft und auch eine vollständige Periodentabelle (Holzertragstabelle) aufstellte, mit deren Hilfe er den Etat für die einzelnen Dezennien berechnet.

§ 37. Wie auf dem Gebiet des Waldbaues, so hat das 16. Jahrh. auch auf jenem der Forstbenutzung eine Reihe bemerkenswerther Verbesserungen zu verzeichnen, wenn es auch häufig noch Jahrhunderte dauerte, bis dieselben in der Wirtschaft allgemein Eingang fanden.

Schon frühzeitig erschienen Bestimmungen (Ansbach 1531) gegen eine zu beträchtliche Höhe der Stöcke, welche vielfach wiederholt wurden; erst als man begann, das Stockholz zu nutzen, wurde wieder gestattet, daß dieselben höher gemacht werden dürften. In der Fällungsmethode mit Hilfe der Axt wurde zwar nichts verändert bis in das 18. Jahrh., wo einzelne Bestimmungen über das Roden der Stämme (Stolberg-Wernigerode 1750) und die Anwendung der Säge (Weimar 1775) erlassen wurden, aber das Verfahren erfuhr doch nach mehrfachen Richtungen durch Einführung des Werfens der Stämme von unten nach oben an Berghängen, sowie durch das Entasten zu stark bekronter Bäume vor der Fällung zur Schonung des Jungwuchses Verbesserungen. Die weitere Zerlegung des gefällten Stammes sollte schon nach der Braunschweigisch-Lüneburg'schen Forstordnung von 1547 mit der Säge und nicht mit der Axt erfolgen, allein das „Abtrummen“ blieb doch bis gegen das Ende des 18. Jahrh. vorherrschend.

Nach 1700 begann man auch die Stöcke zu roden, Moser beschreibt schon in seinen

18) Georg Anton Däzel, Dr. phil., geb. 1752 zu Fürth (Oberpfalz), Professor der Forstwissenschaft in Landshut, später in München, gest. 1847 zu Regensburg.

19) Johann Ehrenfried Vierenklee, geb. 1716 zu Großenhain (Sachsen), gest. 1777 zu Plossig, war Rektor und später Pfarrer.

1757 erschienenen „Grundsätzen der Forstökonomie“ 2 Rodemaschinen und der badische Oberforstmeister von Tettenborn konstruierte 1780 eine derartige Vorrichtung, welche das Vorbild des Waldteufels gewesen sein dürfte.

Burgsdorff wandte bereits 1781 eine Sprengschraube zur Zerkleinerung gerodeter Stöcke an.

In diese Periode fällt auch die Ausbildung der verschiedenen Brennholzsortimente. Im 16. Jahrh. bezeichnete man alles jenes Holz, welches nach Aussortierung des Reißholzes übrig war, als „Klafterholz“ oder „Scheitholz“, jenes blieb in manchen Gegenden als Afterschlag liegen, während es z. B. in Sachsen bereits 1560 in Wellen aufgearbeitet wurde. Die Untergrenze des Derbholzes war verschieden, 2—3“ oder auch „Daumen“- bezw. „Bindreidelsdicke“. Soweit nicht wegen des Triftens ein Aufspalten schon früher geschah, begann man erst im 18. Jahrh. alles Holz, welches „den Keil hielt“ oder einen bestimmten Durchmesser hatte, zu spalten, so daß jetzt die Sortimente „Scheit“ und „Prügel“ zum Vorscheine kamen, die aber, wenigstens anfangs, nicht immer getrennt aufgeschichtet wurden, öfters wurden die Prügel mit den Scheiten gemischt oder als besondere Schichte auf dieselben gelegt.

Im 16. Jahrh. war das Aufsetzen des Brennholzes in Klaftern noch nicht allgemein üblich, vielfach wurde es noch nach Haufen und Fudern, oder gegen eine summarische jährliche Geldabgabe verkauft, speziell in der Mark Brandenburg wurden ordentliche Holzmaße erst zwischen 1547 und 1566 eingeführt. Später im 17. und 18. Jahrh. erschienen zahlreiche Bestimmungen über Scheitlänge und Dimensionen der Raummaße, sowie über ordentliches Aufsetzen des Holzes in denselben.

So ziemlich alle Forstordnungen beschäftigen sich mit der Fällungszeit und dem Einfluß des Mondes auf diese bezw. auf die Dauer des Holzes. Die richtige Fällungszeit wird gewöhnlich als Wadel, Wedel oder Wädel bezeichnet. Wadel bedeutet eigentlich das „Wedelnde“, „Hin- und Herbewegte“ und ist dann auf den Mondwechsel übertragen. Bei abnehmendem Mond sollten jene Geschäfte verrichtet werden, welche eine Trennung oder Auflösung beabsichtigen, also u. A. auch die Fällung von Bauholz, im zunehmenden Mond dagegen jene, welche auf ein Wachsen oder Gedeihen gerichtet waren; deshalb sollten die Hiebe im Niederwald, wo es auf ein Wiederausschlagen ankam, im Neumond geführt werden.

Bis zum 18. Jahrh. war von einem ordentlichen Waldwegbau lediglich für die Zwecke des Holztransportes noch keine Rede. Soweit daher nicht die Abfuhr auf dem Schnee stattfinden konnte, war man für den Bezug des Holzes aus den entlegeneren Waldteilen lediglich auf den Wassertransport angewiesen. Das „Flößen“, sowohl in Form des Triftens (Schwemmens) als in jener gebundener Flöße, besaß infolge dessen eine ungleich höhere Bedeutung als gegenwärtig.

Das Recht, die Flößerei auszuüben (jus gratiae) stand dem Inhaber der Forsthoheit zu und durfte von anderen Personen nur mit seiner Erlaubniß und gegen Entrichtung einer besonderen Abgabe geübt werden. Zur Beaufsichtigung und Leitung des Flößereigeschäftes waren gewöhnlich eigene Beamte aufgestellt.

Da der Floß- und Triftbetrieb eine Reihe von Vorkehrungen notwendig macht, so war die Anlage von Schwellteichen, Klausen, Rechen, Triftkanälen ꝛc. schon seit alter Zeit gebräuchlich.

Auch die im Hochgebirg übliche Transportmethode des Riesens wurde in dieser Periode durch zweckmäßige Bestimmungen geordnet.

Die Aufarbeitung des Holzes war ursprünglich Sache der Empfänger, allein sowohl mit Rücksicht auf einen ordentlichen Fällungsbetrieb, als auch zur Vermeidung von Unregelmäßigkeiten und Unterschleifen begannen die Waldbesitzer seit der Mitte des 16. Jahrh.

eigene Holzhauer aufzustellen. Unter diesen bestand in früherer Zeit eine viel weitergehende Arbeitsteilung als heutzutage; im 18. Jahrh. unterschied man: Nutzholzhauer, Bauholz- und Blochhauer, Feuer- oder Brennholzhauer, Waasen- oder Wellenbinder und Stuckenroder oder Stockholzschläger.

Während sich im größten Theil von Deutschland eine Organisation der Waldarbeiter entwickelte, welche unseren Freigedingern entspricht, kannte man in den Alpen bereits zu Anfang des 16. Jahrh. das System der Unternehmermannschaften ganz in der heutigen Weise und bei den Kolonisationen in den großen Waldgebieten Ostdeutschlands, in den österreichischen Alpen und den Karpathen war man stets darauf bedacht, die nöthigen Waldarbeiter mit heranzuziehen.

Am Harz wurde schon 1718 die erste Holzhauerunterstützungskasse eingerichtet.

§ 38. Obwohl um das Jahr 1500 der Verkauf des Holzes gegen Geld schon in verschiedenen Gegenden Deutschlands eingeführt worden war, so dauerte es doch ziemlich lange Zeit, bis die Verwertungsform der modernen sich näherte. Anfangs scheint man vielfach nicht ein spezielles Objekt verwerthet, sondern nur die Erlaubniß zum Fällen einer Quantität Brennholz oder einer Anzahl Stämme gegen eine gewisse Summe erteilt zu haben, späterhin mußte das betr. Holz von den Forstbeamten zur Fällung angewiesen werden, in Sachsen kaufte man auch bereits im 16. Jahrh. Stämme an Ort und Stelle und zwar gegen Baarzahlung.

Beim Brennholz kam dann infolge der verbreiteten Niederwaldwirtschaft der flächenweise Verkauf in Uebung, welcher in manchen, selbst relativ hochkultivierten Gegenden z. B. in Würzburg, erst im 18. Jahrh. dem Verkaufe nach bestimmten Holzmaßen wich, während dieses Verfahren in Sachsen schon im 16. Jahrh. vorgeschrieben war.

Das Nutzholz wurde vorwiegend noch auf dem Stock verwertet.

Der Verkauf erfolgte lange Zeit, fast bis zur Mitte des 18. Jahrh., gegen Taxen, welche vom Waldeigenthümer festgesetzt und meist nur in längeren Zwischenrämen, gewöhnlich beim Erlaß einer Forstordnung, abgeändert wurden. Erst v. Langen schlug im Jahre 1745 vor, die Taxen alljährlich zu regulieren.

Da die ältere Form des Holzverkaufes je nach dem Auftreten eines Bedürfnisses aus administrativen und technischen Gründen später nicht mehr beibehalten werden konnte, so wurden bestimmte Termine, jährlich meistens 2—4, festgesetzt, auf welchen jeder seinen Holzbedarf anzumelden hatte und wobei häufig auch noch andere forstliche Geschäfte erledigt wurden; es waren dieses die sog. Holzschreibtage, Holzmärkte, Waldgedinge ꝛc.

Im 18. Jahrh. trat an Stelle der Taxverwertung allmählich der meistbietende Verkauf, indem es zunächst den Forstbeamten überlassen wurde, das Holz so teuer als möglich zu veräußern, bis zuletzt förmliche Versteigerungen eingeführt wurden, welche am frühesten wohl in der preußischen Verordnung von 1713 erwähnt werden.

In Norddeutschland hat sich die alte Form der generellen Verwertung der sog. Heidemiete lange erhalten, indem hier für die Erlaubnis, ein Jahr lang mit einem bestimmten Gespann (2 oder 4 Pferden) liegendes und dürres Holz zu holen, eine gewisse Quantität Hafer geliefert werden mußte, an dessen Stelle 1720 eine Geldzahlung trat.

Während Holz und Mastgenuß schon relativ frühzeitig gegen Geld verkauft wurden, blieb für eine Reihe anderer Forstnutzungen, z. B. Pottaschesieden, Harznutzung, Zeidelweide ꝛc., die Ablieferung eines bestimmten Teiles des gewonnenen Produktes noch lange in Uebung.

§ 39. Das Bestreben der Landesherren, eine weitgehende Einwirkung auf die Forstwirtschaft ihres Territoriums auszuüben, welches schon in den letzten Zeiten des Mittelalters vorhanden gewesen war, wurde in den folgenden Jahrhunderten immer stärker und

durch eine Reihe von Momenten so begünstigt, daß dieselbe im 18. Jahrh. ihren Gipfelpunkt erreichte.

Die volle Ausbildung der Landeshoheit, sowie das hiemit zusammenhängende allgemeine Aufsichts- und Verordnungsrecht, der ausgedehnte Waldbesitz der Landesherren, die Vereinigung von Obermärkerschaft und Landesherrlichkeit, ferner endlich die relativ geringe Ausdehnung des bäuerlichen Privatbesitzes waren schwerwiegende Gründe, welche eine Thätigkeit des Fürsten wenigstens bezüglich des größten Teiles der Waldungen nicht allein aus staatsrechtlichen Gründen erforderlich erscheinen ließen. Hiezu kam im 18. Jahrh. noch die merkantilistische Richtung der Wirtschaftspolitik und der Absolutismus in der Regierung, welche die gesamte Wirtschaftspflege in der Hand des Staates zu vereinigen und durch Polizeivorschriften zu leiten trachteten.

Endlich haben auch die Juristen durch oft ganz willkürliche und unrichtige Anwendung römischrechtlicher Theorieen auf deutsche forstliche Verhältnisse sehr wesentlich zur formellen Ausbildung und Verschärfung des Begriffes und Wesens der Forsthoheit beigetragen.

So unrichtig auch manche Maßregeln der Forsthoheit vom Standpunkt des 19. Jahrhunderts aus betrachtet sein mögen, so darf doch nicht übersehen werden, daß bei dem damaligen Zustand der Waldungen und der forstlichen Technik eine weitgehende Bevormundung der Privat- und Gemeindeforstwirtschaft ein Akt der Notwendigkeit war.

Die Forsthoheit war weder für längere Zeit noch auch in demselben Moment in ganz Deutschland gleichmäßig entwickelt. Dieselbe stand im engen Zusammenhang mit der ganzen wirtschaftlichen Lage und der jeweiligen Kulturstufe. Je dichter bevölkert eine Gegend und je größer daher das Bedürfnis nach Forstprodukten war, desto schärfer war auch die Forsthoheit ausgeprägt. Der Westen und Südwesten Deutschlands, welcher überhaupt in seiner Entwicklung dem Norden und Osten weit vorauseilte, hatte deswegen auch auf diesem Gebiet stets einen bedeutenden Vorsprung.

Die Forsthoheit oder „forstliche Obrigkeit" gehörte zu den (höheren) Regalien und enthielt sowohl den Wildbann als das Forstrecht (Forstgerechtigkeit, Waldgerechtigkeit). Letzteres wurde dann wieder in ein höheres und ein niederes getheilt. Jenes konnte nur vom Landesherrn geübt werden und schloß namentlich die landespolizeiliche Ueberwachung der gesamten Forstwirtschaft sowie die Befugnis zum Erlaß von Forstordnungen in sich, das niedere Forstregal umfaßte die Befugnis zur Aufsicht über forstmäßige Waldbenützung nach Maßgabe der Forstordnungen, sowie die Forstgerichtsbarkeit und konnte auch landsässigen Adeligen, Prälaten und Landstädten zustehen.

Die auf Grund der Forsthoheit erlassenen Anordnungen galten, soweit nichts anderes ausdrücklich bemerkt ist, für sämtliche Waldungen ohne Rücksicht auf den Besitzstand. Sie finden sich in Landtagsabschieden und Landesordnungen, Polizeiordnungen, Spezialmandaten und namentlich in den zahlreichen Forst- oder Forst- und Jagdordnungen.

Im 16. und 17. Jahrh. wurden letztere meist nur nach vorheriger Beratung und Verständigung mit den Ständen erlassen, in der Blütezeit des Polizeistaates, im 18. Jahrh., ist von dieser keine Rede mehr.

Die Forstordnungen wurden gewöhnlich jährlich ein- oder zweimal verlesen, damit sich niemand mit Unkenntniß entschuldigen könne, und zwar geschah dieses entweder von der Kanzel aus oder auf dem Rathaus.

§ 40. Die Forsthoheitsordnungen erstreckten sich über das ganze Gebiet der Forstwirtschaft im weitesten Umfang. Zahlreiche Bestimmungen derselben beschäftigen sich mit der Erhaltung und Verbesserung der Waldungen, Einführung vollkommener Wirtschaftszustände, im 18. Jahrh. auch mit der Aufforstung öder Gründe und der Kultur des Flugsandes; über den materiellen Inhalt derselben wurde bereits oben (§ 29—34) näheres berichtet.

Eine sehr umfangreiche Gruppe hat ferner die nachhaltige Versorgung mit Holz zu mäßigen Preisen zum Gegenstand. Neben den teilweise auch hieher gehörigen Vorschriften gegen Holzverschwendung sind namentlich jene anzuführen, welche ein „willkürliches" Steigern der Holzpreise hintanzuhalten suchten.

Die Zunahme der Bevölkerung, die Entwicklung der Industrie und Vermehrung der Edelmetallvorräte hatten im 17. und 18. Jahrh. naturgemäß eine bedeutende Erhöhung der Holzpreise zur Folge, welche man damals als ein nationales Unglück betrachtete.

Neben obrigkeitlichen Taxen, deren Ueberschreitung auf das Strengste bestraft wurde, glaubte man durch Beschränkungen des Handels das Hinaufgehen der Preise verhindern zu können. Man untersagte den Verkauf von Waldungen an Fremde, die Ausfuhr von Holz und anderen Forstprodukten, unter gewissen Verhältnissen auch die Einfuhr derselben, erhob von dem außer Land verkauften Holz einen Zehent und schloß (in Preußen) die Juden vom Holzhandel aus. Inländer erhielten häufig das Holz um einen billigeren Preis als Ausländer oder hatten ein Vorkaufsrecht.

Durch Anlage von Holzmagazinen sollte der Holzbedarf der Städte in billiger Weise befriedigt werden.

Am weitesten gieng man in Preußen, wo man sowohl den Brennholz- als auch den Nutzholzhandel monopolisierte. Die Brennholzversorgung der Stadt Berlin wurde 1766 der sog. Brennholz-Kompagnie ausschließlich übertragen und statt derselben 1785 eine kgl. Brennholzadministration eingerichtet. Ebenso war schon 1765 der Nutzholz-Handelsgesellschaft ein Monopol für die Kurmark und das Herzogthum Magdeburg verliehen worden und späterhin 1771 an ihrer Stelle die Haupt-Nutzholz-Administration eingerichtet. Beide Unternehmen hatten einen sehr schlechten Erfolg.

Eine dritte Kategorie der Forsthoheitsbestimmungen beschäftigt sich mit der Aufsicht über Privat- und Gemeindewaldungen.

Solange die Bannforsten noch in der alten Form bestanden, war wenigstens bezüglich der Rodung die Beschränkung sehr weitgehend, die Bevormundung der Wirtschaft dagegen hat sich erst im 17. und 18. Jahrh. stärker entwickelt und gieng schließlich sogar soweit, daß, wenigstens in manchen Gegenden des westlichen Deutschlands, kein Privater einen Baum ohne Anweisung des herrschaftlichen Forstbeamten fällen oder Holz ohne Erlaubniß des Amtmannes verkaufen durfte. In Baden suchten die Forstbeamten das Aufsichtsrecht sogar über die auf den Feldern stehenden Obstbäume auszudehnen.

Immerhin waren es aber doch nur die bäuerlichen Forsten, welche dieser weitgehenden Beschränkung unterlagen, die adeligen Waldbesitzer hatten sich von derselben, wenigstens in den meisten Staaten, fast vollkommen frei zu erhalten gewußt.

Noch schärfer als die Privatwaldungen wurden so ziemlich allenthalben die Mark- und Gemeindewaldungen beaufsichtigt. Hier war bestimmt, daß die Gemeinden entweder eigene Forstbeamte aufstellen sollten oder daß die landesherrlichen Beamten wenigstens die Wirtschaft zu führen hätten, während das Ernennungsrecht der Schutzbediensteten meist den Gemeinden verblieb. Das Prinzip der vollen Beförsterung der Gemeindewaldungen ist bereits in der Hessen-kassel'schen Verordnung von 1711 durchgeführt. Auch in Preußen sollte in der 2. Hälfte des 18. Jahrh. die Gemeindeforstwirtschaft einer recht weitgehenden Einwirkung des Staates unterstellt werden, allein die Ausführung scheiterte durch den Mangel an verfügbaren Mitteln.

Besser als die ländlichen Gemeinden waren die Städte hinsichtlich der Selbständigkeit ihrer Forstwirtschaft gestellt, und zwar gilt dieses auch für die landesherrlichen Städte, die Reichsstädte unterstanden mit ihrer ganzen Administration ohnehin nur der nicht schwer drückenden Aufsicht der Reichsbehörden.

Ganz vortreffliche Anordnungen sind in der preußischen Städteforstordnung von

1749 enthalten, welche ihrem wesentlichen Inhalt nach auch in die Forstordnung für Schlesien vom Jahr 1750 übergegangen sind. Es war hier sogar ein eigenes Personal für deren Durchführung geschaffen, indem jedem Kammerdepartement ein eigener Städteforstmeister beigegeben wurde. Leider betrachtete man diese Stellung als eine Versorgung für invalide Offiziere, so daß der Erfolg dieser ganz guten Maßregel nur sehr gering war.

§ 41. Die Organisation der Forstverwaltung hat ihre Weiterbildung seit dem 16. Jahrh. fast ausschließlich in den landesherrlichen Waldungen erfahren. In den Mark- und Gemeindewaldungen blieben die alten Formen bestehen, soweit nicht infolge der Einwirkung der Forsthoheit und der Uebernahme des Forstbetriebes in diesen Waldungen durch landesherrliche Beamte im 18. Jahrh. eine Aenderung eintrat.

Die Einrichtung der landesherrlichen Forstverwaltung war zu Beginn dieser Periode noch ziemlich einfach. Wie am Schluß des Mittelalters erschien dieselbe auch noch jetzt meist nur als ein Zweig der allgemeinen Güterverwaltung und unterstand den Amtleuten, welche neben der Oberaufsicht hauptsächlich das Geschäft der Forstproduktenverwertung zu besorgen hatten.

Unter ihnen fungierten, wie schon früher, Forstmeister oder Oberförster, sowie eine Reihe von untergeordneten Beamten, die schon in der ersten Hälfte des 16. Jahrh. eine Scheidung in ganz niedere Bedienstete: Forstknechte, Heideläufer, und in etwas höher stehende: reitende Förster, Heidereiter, Ueberreiter, erkennen lassen.

Diesem Personal lag der Forstschutz, die Abgabe der Forstprodukte und die Ueberwachung der Forstnutzungen ob.

Zur Besorgung des schriftlichen Dienstes, sowie öfters auch für jene der Kassengeschäfte waren gewöhnlich Forstschreiber aufgestellt.

Der Inspektionsdienst fand in Form der sog. Waldbereitungen statt, die von den Amtleuten und oberen Forstbeamten, oft unter Zuziehung fremder Techniker sowie im Beisein des Lokalpersonals vorgenommen wurden.

Im 16. und 17. Jahrh. trat allmählich neben und statt der Amtleute der Chef der Jägerei an die Spitze der Forstverwaltung, während gleichzeitig auch in den mittleren Instanzen eine Verschmelzung der Forst- und Jagdverwaltung erfolgte; nur in den untersten Stellen blieb die Trennung noch lange fortbestehen, indem der Forst- und Jagdschutz eigenen Beamten übertragen war, während für die einzelnen Jagdarten (deutsche Jägerei, Parforcejagd, Falknerei) an den Höfen bis zum 19. Jahrh. ein eigenes Personal vorhanden war.

In den kleineren Staaten übernahmen im 18. Jahrh. die Kameralisten die Leitung des gesamten Finanzdienstes sowie der Wirtschaftspolitik und damit auch jene des Forstwesens.

Friedrich d. Gr. begründete in Preußen die enge Verbindung des Forstpersonals mit dem Militär, indem er schon 1740 eine Abteilung Fußjäger aus den Söhnen der Förster und gelernten Jäger bildete, welchen später Anstellungen als Unterförster und Hegemeister verliehen werden sollten. Im ersten schlesischen Krieg wurde auch das Feldjäger-Korps zu Pferd gebildet, dessen Angehörige als Kolonnenführer dienen und nach Ablauf der Militärzeit als verwaltende Forstbeamte angestellt werden sollten.

Es dauerte lange Zeit, bis sich aus diesen höchst verschiedenartigen Elementen eine Verwaltung entwickelte, welche die Pflege des Waldes als ihre höchste Aufgabe betrachtete und dieser nach ihrem Bildungsgrad auch gewachsen war.

Erst in der 2. Hälfte des 18. Jahrh. gelang es einzelnen besonders energischen und begabten Naturen, den einseitigen Jagdstandpunkt zu überwinden und wenigstens Forst und Jagd als gleichberechtigt hinzustellen. Um dieselbe Zeit wurde eine Besserung der Verhältnisse auch dadurch angebahnt, daß an den Zentralstellen Abteilungen für die Forstverwaltung gebildet und mit fachkundigen Personen besetzt wurden, in Preußen bestand von 1770—1798 sogar ein eigenes Forstministerium.

Die Besoldung der Forstbeamten war bis zum Schluß des 18. Jahrh. nur zum kleinsten Teil eine Geldbesoldung, sondern bestand hauptsächlich in Naturalbezügen: Wohnung, Dienstland, Holz, Weiderecht, sowie in den sog. Accidentien, d. h. jenen Bezügen, welche diese Beamten vom Publikum in Form von Anweisgeldern, Pfandgebühren und Strafanteilen &c., ferner durch Verwertung einzelner ihnen überlassener Anfälle, z. B. Windbrüche und Afterschlag, empfiengen.

Sowohl das Besoldungssystem selbst als auch die Geringfügigkeit der Bezüge war die Hauptquelle der Unredlichkeit, welche dem Forstpersonal jener Zeit, und wohl in den meisten Fällen nicht mit Unrecht, vorgeworfen wird.

Die verschiedenen Bestimmungen über Dienstordnung und Disziplin sowie andere Schilderungen, wie sie z. B. in einem Promemoria des Grafen Wittgenstein aus dem Jahr 1761 enthalten sind, geben ein sehr trauriges Bild von den Zuständen des Forstbeamtenstandes.

Nicht minder erschreckend war die Unwissenheit der meisten Forstbediensteten, welche früher gar häufig Kutscher, Büchsenspanner oder Bediente gewesen waren.

Alle diese Momente zusammen bewirkten, daß die soziale Stellung, welche das Forstpersonal einnahm, eine ungemein niedrige war. In manchen Gegenden gehörte dasselbe zu den „unehrlichen" Leuten, und in Hannover wurde 1734 eine ausdrückliche Verordnung darüber erlassen, daß seine Kinder in die Zünfte aufzunehmen seien und ihm selbst ein ehrliches Begräbnis gewährt werden müsse.

Der Geschäftsgang im Forstdienst war bis zur 2. Hälfte des 18. Jahrh. ein höchst einfacher und beschränkte sich wesentlich auf die Verbuchung des abgegebenen Materiales und die dafür erzielten Erlöse, sowie auf einige kurze Berichte.

Da das Schreiben und häufig auch das Lesen im 16. und 17. Jahrh. bei den Forstbeamten noch wenig verbreitete Künste waren, so spielte bei der Aufnahme und Verbuchung des Materiales das Kerbholz eine große Rolle, und noch die Forstordnung für Pfalz-Neuburg von 1690 schrieb vor, daß die Kerbhölzer als Belege der Forstrechnung beigegeben werden sollten.

Holzabfuhrscheine waren schon zu Ende des Mittelalters gebräuchlich.

Erst um die Mitte des 18. Jahrh. begann man mit einer besseren Einrichtung des Forstrechnungswesens und des sonstigen Geschäftsganges. In Preußen wurde 1781 Kulturantrag und -Nachweisung, 1787 der Fällungsantrag angeordnet, sogar Revierchroniken fanden sich zu Ende des 18. Jahrh. in manchen Gegenden.

§ 42. Wie im Mittelalter Sachsenspiegel und Schwabenspiegel nur die schwereren Rechtswidrigkeiten im Wald behandelten, die Bestrafung der übrigen aber dem Partikularrechte überließen, so beschränkte sich auch die peinliche Halsgerichtsordnung Kaiser Karls V. von 1532 darauf, für die Entwendung gehauenen Holzes die Strafen festzusetzen und für die übrigen Delikte lediglich den allgemeinen Grundsatz auszusprechen, daß bei Nacht oder an Sonntagen begangene Forstfrevel strenger bestraft werden sollten als die gewöhnlichen.

Wenn sich auch in den Marken die Forststrafbestimmungen der alten Weistümer noch längere Zeit erhalten haben, so erscheint doch hier keine neue Rechtsbildung mehr und wurden erstere nur durch die Einwirkung der Landesherren wesentlich modifiziert.

Die Weiterentwicklung des Forststrafrechtes erfolgte in den landesherrlichen Forstordnungen.

In der älteren Zeit waren diese Bestimmungen noch sehr einfach und stellten das Meiste dem Ermessen des Richters anheim, allmählich entstanden aber sehr eingehende Bußordnungen und Straftarife, welche entweder in den Forstordnungen enthalten waren oder eine Beilage zu denselben bildeten. Hier war in ganz kasuistischer Weise für jedes Vergehen auch die entsprechende Strafe festgesetzt. In der zweiten Hälfte des 18. Jahrh. wurde dann in den meisten Staaten das Forststrafrecht abermals neu und besser geordnet.

Als Strafmittel diente auch jetzt noch in erster Linie meist Geld, selten war für gewöhnliche Forstfrevel sofort Freiheitsstrafe angedroht, nur Brandstiftung am Wald wurde, wie früher, sehr streng, häufig mit dem Tode, bestraft.

Im 17. Jahrh. (Reuß-Plauen 1638) begann das System der Umwandlung der Geldstrafen für den Fall der Uneinbringlichkeit in eine andere Strafart, gewöhnlich Gefängnis, und seit dem 18. Jahrh. (Ostpreußen 1739) auch in Strafarbeit.

Neben der Strafe mußte außerdem noch Werts- und Schadensersatz nach verschiedenen Normen geleistet werden, ferner bekam auch der Anzeiger noch eine gewisse Pfandgebühr oder einen Strafanteil.

Die rheingauische Waldordnung von 1737 kennt bereits die Zivilverantwortlichkeit der Herrschaft für die Forstfrevel ihrer Dienstboten.

Der Gerichtsstand in Forststrafsachen war ein sehr verschiedener. In den Markwaldungen war das Forststrafgericht, welches aber immer mehr unter den Einfluß der herrschaftlichen Beamten kam, jene Form, in welcher sich die Märkerversammlungen am längsten noch erhalten hatten, in den übrigen Waldungen stand die Forstgerichtsbarkeit meist dem Grundherrn zu.

Die Forststrafgerichte wurden ursprünglich gewöhnlich von den Forstbeamten allein gebildet, späterhin kamen die Amtleute und Patrimonialrichter hinzu, und gegen das Ende des 18. Jahrh. gieng wenigstens an einigen Orten, z. B. in Baiern 1789, die Rechtssprechung in Forststrafsachen an die Justizbeamten über.

Die Sitzungen der Forststrafgerichte (Pfandtage) fanden periodisch, jährlich meist 2—4mal, statt. Der Beweis wurde gewöhnlich durch die Pfänder geliefert, welche den Frevlern abgenommen worden waren, da aber hieraus häufig Unzuträglichkeiten entstanden, so wurde im Lauf der Zeit auch die pflichtgemäße Anzeige des Forstbeamten als solcher in immer größerem Umfang zugelassen.

Die Führung von sog. Rügeregistern ist teilweise schon im 16. Jahrh. üblich gewesen, im 18. Jahrh. wurden sie an den meisten Orten schon ganz in der gegenwärtigen Weise behandelt.

§ 43. Zu den Vorläufern einer forstlichen Litteratur ist ein wesentlich auf Petrus de Crescentiis fußendes Sammelwerk zu rechnen, welches 1559 von einem französischen Arzt, Etienne, begonnen, durch Libault fortgesetzt und um des kurpfälzischen Leibarztes Marius Gartenkunst vermehrt von einem Arzt in Straßburg, Sebizius, im Jahr 1592 unter dem Titel „Von dem Feldbaw und recht vollkommener Wolbestellung eines bekömmlichen Landsitzes ꝛc.“ herausgegeben wurde. In diesem Werk (12. Buch 2. T.) werden auch Waldbau und Waldvermessung gelehrt, sowie über die in der 2. Hälfte des 16. Jahrh. schon ziemlich bekannte Durchforstung und Anlage von Pflanzgärten manches Richtige und Brauchbare gesagt.

Im 17. Jahrh. wurde die Forstwirtschaft hauptsächlich von den sog. Hausvätern behandelt, welche in ihren großen, die gesamte ländliche Oekonomie umfassenden Werken außer über Viehzucht, Feld-, Wiesen- und Gartenbau, Astrologie ꝛc. auch über Waldbau schrieben.

Der berühmteste und verbreitetste unter diesen Hausvätern ist Johann Colerus[20]), dessen Oeconomia ruralis et domestica 1595—1602 erschien.

Auf dem Gebiet der Forstwirtschaft bringt Colerus eine ziemlich gute Schilderung dessen, was er selbst gesehen hat, benützte auch verschiedene Forstordnungen und ist dadurch besonders bemerkenswert, daß er auf eigene Beobachtung und Erfahrung verwies.

---

20) Johann Colerus, lebte vom Ende des 16. Jahrh. bis 1639 zuerst als Magister in Rostock, später als Prediger in der Mark Brandenburg und zuletzt in Parchim (Mecklenburg).

Neben den Hausvätern waren es einzelne Juristen, welche nicht nur dem Forstrechte, sondern auch der Forstwirtschaft ihre Aufmerksamkeit zuwandten. Der bedeutendste von diesen war der kurfürstlich pfalzbaierische Rat Noë Meurer, welcher in seinem „Jagd- und Forstrecht" (1. Aufl. 1561, 2. Aufl. bedeutend erweitert 1576) auch die Forstwirtschaft nach den Gesichtspunkten behandelte, welche in den baierischen und württembergischen Forstordnungen aus der Mitte des 16. Jahrh. enthalten sind, manche Abschnitte sind fast wörtlich aus diesen übernommen.

Das erste nur das Forstwesen, nicht auch gleichzeitig die Jagd behandelnde Werk ist die „Sylvicultura oeconomica" des sächsischen Edelmannes Hans Carl von Carlowitz (1. Aufl. 1713, 2. Aufl. 1732). Die Veranlassung zu demselben war das Interesse des Verfassers an der Erhaltung der Wälder für die Zwecke des Bergbaues. Es bespricht auch die Holzsaat, Baumschulen, Pflanzung, Entwässerung des Bodens zu Kulturzwecken und enthält viele treffende Beobachtungen sowie heute noch als richtig anzuerkennende waldbauliche Vorschriften.

In zwei anderen Werken aus den ersten Dezennien des 18. Jahrh., nämlich in jenem des fürstlich sächsichen Oberlandjägermeisters Hermann Friedrich von Göchhausen (Notabilia venatoris oder Jagd- und Weidmannsanmerkungen, 1710), sowie in dem „Vollkomenen Teutschen Jäger und Fischer" des Freiherrn von Flemming[21]) (2 Bände 1719 und 1724) ist neben der Jagd auch einiges forstliches Wissen enthalten.

Die Entwicklung der Wirtschaftslehre begann jedoch eigentlich erst um die Mitte des 18. Jahrh., als einzelne forstliche Praktiker (ohne wissenschaftliche Bildung), die sog. holzgerechten Jäger, ihre Erfahrungen in Schriften niederlegten.

1746 erschien das erste hieher gehörige Werk, nemlich die „Neu eröffnete Jäger-Practica" des Heinrich Wilhelm von Döbel, welche sich lange einer großen Berühmtheit erfreuten. Obschon auch in diesem Werk das Jagdwesen weitaus überwiegt, so werden doch im 3. Teil die Forstwirtschaft und zwar namentlich jene Wirtschaftssysteme, welche er aus eigener Anschauung kannte (plenter- und mittelwaldartige Formen) ganz gut behandelt, ebenso auch Schlageinteilung, Vermessung und Baumschätzung.

Höher als Döbel steht Johann Gottlieb Beckmann, welcher hauptsächlich für den Kahlschlagbetrieb, geschlossene Bestände und Begründung derselben durch künstliche, dichte Saat eintrat. Außerdem wirkte er, wie bereits oben (§ 36) angegeben wurde, dadurch bahnbrechend, daß er ein eigentümliches Verfahren der Waldertragsregelung und Holzmassenaufnahme schuf.

Zu den holzgerechten Jägern gehört auch Melchior Christian Käpler[22]), welcher sich in seinen Schriften streng auf die Darstellung der eigenen Erfahrungen, die sich ausschließlich auf Mittel- und Niederwald bezogen, beschränkte. Er verurteilt das Streurechen, will schlechte Laubholzbestände in Nadelholz umwandeln und entwickelte noch zahlreiche andere sehr richtige wirtschaftliche Vorschriften.

Johann Jakob Büchting[23]) war der erste Forstmann, welcher eine Universität besuchte. Obwohl seine praktische Thätigkeit mehr dem Forstvermessungswesen zugewendet war, so hat er doch auch über Forstwirtschaft geschrieben und verlangte hier Kahlhiebe mit Saat oder Randbesamung, die Pflanzung erklärte er als gleichberechtigt mit der Saat.

Die genannten Empiriker wirtschafteten unter teilweise höchst verschiedenartigen Ver-

21) Hans Friedrich Freiherr von Flemming, geb. in der 2. Hälfte des 17. Jahrh.; war Oberstlieutenant unter König August dem Starken, zuletzt kursächsischer Oberforst- und Wildmeister und starb nach 1726 auf seinem Gut Weissach.

22) Melchior Christian Käpler, geb. 1712 zu Ufhoven (Thüringen), gest. als Wildmeister zu Ostheim v. d. Rhön 1793.

23) Johann Jakob Büchting, geb. 1729 zu Wernigerode, gest. 1799 zu Harzgerode, war Landmesser und Markscheider, später fürstl. anhaltischer Forstkommissär.

hältnissen, außerdem mangelten ihnen auch die nötigen naturwissenschaftlichen Kenntnisse zur richtigen Erklärung der verschiedenen Erscheinungen; es konnte daher nicht ausbleiben, daß dieselben über ihre Ansichten, welche sie mit größter Hartnäckigkeit vertraten, in lebhafte Fehden gerieten, die nicht im höflichsten Ton geführt wurden.

Ziemlich gleichzeitig mit den genannten Holzgerechten wirkten verschiedene andere Forstwirte, welche zwar als Schriftsteller nicht, oder doch nur in geringem Maße thätig gewesen sind, aber für die Entwicklung der Forsttechnik noch mehr geleistet haben als jene.

Hieher gehört namentlich der bereits früher mehrfach genannte Georg Friedrich von Langen. Ohne besondere Vorbildung wußte er sich auf seinen Reisen, sowie während seiner Thätigkeit in Dänemark und Norwegen ungemein vielseitige Kenntnisse zu verschaffen, welche er nach seiner Rückkehr nach Deutschland bei Bewirtschaftung der Stolberg-Wernigerode'schen und Braunschweigischen Forsten auf das Beste verwertete. Moser[24]) bezeichnet ihn deshalb mit Recht als den „Vater einer geordneten Forstwirtschaft."

Glücklicher als von Langen waren die Schicksale seines hervorragendsten Schülers Hans Dietrich von Zanthier, welcher ihn nach Norwegen begleitet hatte und sich mit ihm an der Einrichtung des Wernigerode'schen Forstwesens beteiligte, er wirkte später als Oberforst- und Jägermeister in Ilsenburg.

Gegen das Ende des 18. Jahrh. traten noch mehrere hervorragende Forstwirte auf, unter denen namentlich der Hessen-kasselsche Oberjägermeister Karl Friedrich v. Berlepsch, der Verfasser verschiedener für die Ausbildung des Femelschlagbetriebes wichtiger Forstordnungen, sowie der preußische Oberforstmeister von Kropff, welcher sich große Verdienste um das Forsteinrichtungs- und Vermessungswesen in Preußen erworben hat, hervorzuheben sind.

§ 44. Die formelle Begründung der Forstwissenschaft ist trotz der großen Fortschritte, welche die forstliche Technik durch Empiriker gemacht hat, nicht von diesen, sondern von den Kameralisten ausgegangen, welche in der 2. Hälfte des 18. Jahrh. entweder an der Spitze der Forstverwaltungen standen oder als Lehrer der Forstwissenschaft thätig waren. Ihnen gebührt das Verdienst, die Summe der empirischen Kenntnisse enzyklopädisch zusammengefaßt und durchgebildet zu haben, eigentliche forsttechnische Kenntnisse fehlten ihnen allerdings meist fast ganz.

Der hervorragendste unter diesen Kameralisten war Wilhelm Gottfried Moser, Verfasser der „Grundsätze der Forstökonomie" 1757 und Herausgeber des „Forstarchivs" (vgl. unten § 48).

In dem erstgenannten Werk wurde das erste forstwissenschaftliche System aufgestellt, die Forstwirtschaft in ihrem vollen Umfang gründlich abgehandelt, und der Forstbetrieb, was bis dahin noch nicht der Fall gewesen war, vom volkswirtschaftlichen Gesichtspunkte aus gewürdigt.

In historischer Beziehung haben die „Grundsätze der Forstökonomie" trotz verschiedener ihnen anklebender Mängel einen bleibenden Wert.

Eine für die damaligen Verhältnisse sehr gute Darstellung des Waldbaues findet sich in der „Anleitung zum Forstwesen, nebst ausführlicher Beschreibung von Verkohlung des Holzes und Nutzung der Torfbrüche" (1766) des Braunschweigisch-lüneburgischen Kammerrates Johann Andreas Cramer[25]), ein Werk, welches lange Zeit, namentlich von den Kameralisten, benützt wurde.

An den oben erwähnten litterarischen Streitigkeiten zwischen den Holzgerechten

24) Wilhelm Gottfried von Moser, geb. 1729 zu Tübingen, gest. 1793 als fürstl. Taxis'scher wirklicher Geheimerath, Kammerpräsident und Kreisgesandter zu Ulm.

25) Johann Andreas Cramer, geb. 1710 zu Quedlinburg, war hauptsächlich Metallurg und starb 1777 zu Berggießhübel (bei Dresden).

beteiligte sich auch der Braunschweigisch-lüneburgische Regierungsrat Heinrich Christian von Brocke[26]), ein aufgeweckter, strebsamer Mann, welcher einige kleine Güter besaß, auf welchen er Versuche über Forstwirtschaft und namentlich über die Zucht von Eichenheistern machte. Er war aber maßlos eitel, hielt sich für unfehlbar und warf allen Forstbeamten Unwissenheit sowie Unredlichkeit vor. Sein enzyklopädisches Werk „Wahre Gründe der physikalischen und experimentalen allgemeinen Forstwissenschaft“ (4 T. 1768—1775) ist eine ziemlich ungeordnete Zusammenstellung verschiedener forstlicher Abhandlungen und Bemerkungen. Br. löste 1774 auch die Preisfrage des preußischen Generaldirektoriums „Wie ohne Nachteil der Festigkeit des Holzes das Wachstum der Forsten beschleunigt werden könne.“

Eine für jene Zeit charakteristische Erscheinung war der Mag. phil. Joh. Friedr. Stahl[27]). Nachdem derselbe in fast allen Stellungen des württembergischen Kameraldienstes gearbeitet hatte, wurde er schließlich Forstdirektor und hielt seit 1772 auch Vorträge über Mathematik, Naturwissenschaft und Forstkunde an den forstlichen Unterrichtsanstalten zu Solitude bez. Stuttgart. Wenn auch seine schriftstellerischen Leistungen auf dem Gebiete der Forstwissenschaft (Onomatologia forestalis-piscatoria-venatoria oder Vollständiges Forst-, Fisch- und Jagd-Lexikon, 1772—1780) nicht bedeutend waren, so hat er sich doch um die Hebung des württembergischen Forstwesens durch vortreffliche Vorschriften und nützliche Einrichtungen sehr verdient gemacht, auch gab er die noch unten (§ 48) zu besprechende erste forstliche Zeitschrift heraus.

Von den Universitätsprofessoren, welche sich mit der Forstwissenschaft beschäftigten, sind hervorzuheben: Johann Beckmann[28]), der größte Polyhistor seiner Zeit, welcher in den 45 Bände umfassenden „Grundsätzen der deutschen Landwirtschaft“, allerdings nur auf 61 Seiten, ein vollständiges System der Forstwirtschaft giebt.

Dr. med. et phil. Johann Heinrich Jung gen. Stilling[29]) las an der Kameralschule zu Lautern neben Landwirtschaft, Technologie, Fabriks- und Handelskunde sowie Vieharzneikunde eine Zeit lang auch ein Kolleg über Forstwissenschaft und gab 1781 einen „Versuch eines Lehrbuches der Forstwissenschaft zum Gebrauche der Vorlesungen auf der hohen Kameralschule zu Lautern“ heraus, in welchem die Forstbotanik am besten behandelt wird.

Der bedeutendste von den hieher gehörigen Männern ist Dr. phil. et jur. Johann Jakob Trunk[30]). Obwohl von Beruf eigentlich Jurist, so hat derselbe doch auch auf forstlichem Gebiet als Oberforstmeister für die österreichischen Vorlande und Professor der Forstwissenschaft zu Freiburg tüchtiges geleistet. In seinem 1789 erschienenen Werk „Neues vollständiges Forstlehrbuch oder systematische Grundsätze des Forstrechts, der Forstpolicey und Forstökonomie nebst Anhang von ausländischen Holzarten, von Torf und Steinkohlen“ behandelte er das Forstrecht am ausführlichsten und führt Waldbau, Forsteinrichtung und Forstschutz unter „Forstpolizei“ als die näheren und entferneteren Mittel zur Förderung der Waldkultur an. Auch den mathematischen Grundlagen des Forstbetriebes wandte er ein besonderes Augenmerk zu.

Weniger bemerkenswert sind: Johannn Friedrich Pfeiffer (geb. 1718 zu Berlin,

---

26) Heinrich Christian von Brocke, geb. 1713, gest. 1778 in Braunschweig.

27) Johann Friedrich Stahl, geb. 1718 zu Heimsheim (Württemberg), gest. 1790 als herzogl. württembergischer Domänenrat zu Stuttgart.

28) Johann Beckmann, geb. 1739 zu Hoya (Hannover), gest. 1811 als Professor der ökonomischen Wissenschaften zu Göttingen.

29) Johann Heinrich Jung, geb. 1740 zu Grund (Nassau-Siegen), gest. 1817 als geh. Hofrat zu Karlsruhe.

30) Johann Jakob Trunk, geb. 1745 zu Herrnsheim (bei Worms), gest. nach 1802 zu Alsheim. War eine Zeit lang k. k. Oberforstmeister für die österreichischen Vorlande und Professor der Forstwissenschaft zu Freiburg, später kurfürstlicher Hofrat und Professor der ökonomischen Wissenschaften zu Köln.

gest. 1787 zu Mainz) Professor der ökonomischen und Kameralwissenschaften an der Universität Mainz, Verfasser des 1781 erschienenen „Grundrisses der Forstwissenschaft zum Gebrauche dirigirender Forst- und Kameralbedienten, sowie auch Privatgutsbesitzer", ferner Dr. Johann Daniel Succow (geb. 1722 zu Schwerin, gest. 1801 zu Jena), Professor der Mathematik und Physik an der Universität Jena, wo er später auch Vorlesungen über Kameralwissenschaften hielt, schrieb u. A. auch eine „Einleitung in die Forstwissenschaft zum akademischen Gebrauch" 1776 und endlich Franz Damian Müllenkampf (geb. um 1740, gest. 1791 zu Mainz) Professor der Forstwissenschaft an der Universität zu Mainz.

§ 45. Das praktische Bedürfnis hatte schon frühzeitig dazu geführt, zwei Zweige der Forstmathematik, nemlich Forstvermessung und Holzmeßkunde auszubilden.

Die Einteilung des Waldes in Jahresschläge und der flächenweise Verkauf des Holzes machten bereits im 16. Jahrh. die Vermessung einzelner Forsten notwendig, das Messungsverfahren war damals allerdings noch sehr einfach. Wenn man auch an vielen Orten selbst gegen das Ende des 18. Jahrh. sich noch damit begnügte, die Ausdehnung der Waldungen gutachtlich nach Stunden anzusprechen oder nach dem Umschreiten und kreuzweisen Durchgehen zu schätzen, so liegen doch genügende Beweise dafür vor, daß eine genauere Vermessung der Waldungen schon zu Beginn des 18. Jahrh. nicht gerade zu den Seltenheiten gehörte. Langen und Oettelt legten auf eine gute Forstvermessung großes Gewicht, es ist dieses umso begreiflicher, als ja damals die Fläche fast ausschließlich als Regulator der Wirtschaft benutzt wurde.

Die älteste Anleitung zur Forstvermessung und zwar unter Anwendung eines kleinen Meßtisches sowie des Astrolabiums, ist in der Praxis geometriae von Penther (1. Aufl. 1729, 9. Aufl. 1788) enthalten.

Um die Mitte des 18. Jahrh. beschäftigte sich Vierenklee eingehend mit der Forstvermessung in seinen „Anfangsgründen der theoretisch-praktischen Geometrie" (1767), ohne jedoch die Anwendung neuer Instrumente oder andere Messungsverfahren zu lehren.

Grünberger empfahl 1788 die Anwendung des Meßtisches zu Forstvermessungen[31]).

Die Entwicklung des Forsteinrichtungswesens hatte in der 2. Hälfte des 18. Jahrh. den Erlaß verschiedener Instruktionen über Forstvermessung und Kartierung zur Folge.

Eine solche hat bereits um 1766 Wedell gemeinschaftlich mit dem Bauinspektor Geisler bearbeitet, dieselbe beruht auf Anwendung der Boussole; 1783 erließ Kropff eine Vermessungsinstruktion und 1787 Hennert das vortreffliche Reglement für die Ingenieurs bei Vermessung der Forsten. In letzterem wurden auch 3 Arten von Karten vorgeschrieben: 1. Brouillonkarten im Maßstab von 50 Ruthen = 1 rheinl. Dezimalzoll, 2. reduzierte Karten in jenem von 250 Ruthen = 1" rheinl. Maßes und 3. Forstsituationskarten.

Um die Masse bezw. den Wert eines Stammes zu bestimmen, zog man anfangs nur die Stärke in Brusthöhe in Betracht, als Einheitsmaß diente die Spanne = 27" Peripherie, halbe Spanne = 22½", zweispänniger Stamm = 36" bei 5—5½ Fuß über der Erde gemessen, später benützte man zu gleichem Zweck die mittlere Querfläche aus dem Mittel des oberen und unteren Durchmessers berechnet. Erst Oettelt lehrte 1766 die Masse eines Nadelholzstammes nach der Formel für den geradseitigen Kegel zu ermitteln. Für entwipfelte Stämme wurde später, seit der Mitte des 18. Jahrh., meist die Formel des geglichenen Durchmessers $\frac{\pi}{4}\left(\frac{d_1+d_2}{2}\right)^2 h$ angewandt, deren Ungenauigkeit man durch verschiedene Korrekturen zu verbessern suchte.

Um die einzelnen zur Massenberechnung notwendigen Dimensionen zu ermitteln, wurde die Meßschnur bezw. Baummeßkette, sowie der gewöhnliche Maßstab verwendet.

31) Johann Georg Grünberger, geb. 1749 zu Bettbrunn, Hofkammerrat, später Oberforstrat in München, gest. 1820 daselbst.

Gegen das Ende dieser Periode konstruirte man bereits verschiedene Instrumente zur Messung der Höhe sowie des Durchmessers in beliebiger Höhe bei stehenden Bäumen, von denen das vollkommenste der von Reinhold, Professor der Mathematik am Gymnasium zu Osnabrück im Jahre 1780 erfundene „Erdmikrometer" gewesen sein dürfte, welcher der Konstruktion des Klausner'schen Höhen- und Baumstärkemessers nahe steht.

Um den Festgehalt des in Raummaßen aufgeschichteten Holzes kennen zu lernen, stellte schon Oettelt Untersuchungen auf stereometrischem Weg und Hennert im Jahre 1782 solche mit Hilfe eines Xylometers an.

Der erste, welcher statt der rohen Okulartaxation eine spezielle Aufnahme der vorhandenen Holzmasse anwandte, war J. G. Beckmann. Derselbe umspannte den betr. Distrikt oder bei zu großer Ausdehnung desselben ein Stück nach dem andern mit Bindfaden und ließ in jeden Stamm einen Birkennagel einschlagen, dessen Farbe je nach der Stärkeklasse, welcher der Baum angehörte, verschieden war. Da man die Zahl der zu Beginn der Arbeit vorhandenen Birkennägel jeder Farbe kannte, so konnte man leicht berechnen, wieviele Stämme von jeder Klasse auf der Fläche vorhanden waren.

Da diese Methode höchst schwerfällig war, so suchte man dieselbe auf verschiedene Weise zu vereinfachen. Zanthier ließ Holzhauer in gleichen Abständen durch den Wald gehen und die einzelnen Stämme nach Stärkeklassen notieren, Vierenklee verfuhr ähnlich wie Beckmann, ließ aber noch Leute nachgehen, um die Birkennägel wieder herauszuziehen.

Da die spezielle Aufnahme ganzer Bestände zu zeitraubend erschien, so wandte man schon vor Beckmann die Massenermittlung nach Probeflächen an, eine Abkürzung, welche von den meisten Anleitungen zur Forsteinrichtung bis in die neueste Zeit herein vorgeschrieben wurde. Wegen der Ungenauigkeit und Schwerfälligkeit der damals üblichen Massenermittlungsmethoden betrachtete man schon im 18. Jahrh. (bereits Flemming, später auch Hennert) den Kahlabtrieb als das sicherste Mittel, die Holzmasse auf diesen Probeflächen zu bestimmen.

Die erste Anleitung zu Ertragsversuchen und zur Aufstellung einer Ertragstafel wurde im Jahr 1721 von Réaumur für die Niederwaldungen gegeben.

Für die Ermittlung des Wertes eines Waldes erschien lange Zeit der augenblickliche Verbrauchswert des haubaren Holzes als der beste Maßstab. Als man aber einen nachhaltigen Ertrag der Waldungen zu berechnen lernte, benützte man diesen nebst dem Erlös aus Mast und Weide, um durch Kapitalisierung des Geldwertes der jährlichen Nutzungen den Waldwert zu bestimmen.

Oettelt machte den Vorschlag, die Größe der Waldfläche mit dem Ertrag der haubaren Flächeneinheit zu multiplizieren und das halbe Produkt als den Waldwert zu betrachten; im Prinzip läuft dieses Verfahren auf die Formel $\frac{uz}{2}$ hinaus.

In Oesterreich, wo infolge der Klosteraufhebung durch Kaiser Joseph II. große Waldverkäufe vorkamen, wurde nach längerer Berathung im Jahr 1788 ein Hofkammerdekret für das hiebei in Anwendung zu kommende Wertberechnungsverfahren erlassen, welches die Grundlage für die späterhin als österreichische Kameraltaxe bekannt gewordene Forsteinrichtungsmethode darstellt. Von jedem zu veräußernden Wald sollte nach diesem Dekret der mögliche Ertrag und der zu demselben gehörige Normalvorrat (fundus instructus) erhoben werden. Der erstere gab nach Abzug der Steuern und Regiekosten mit 5 % kapitalisiert den normalen Waldwert, welcher um die Differenz zwischen dem fundus instructus und dem wirklichen Vorrat erhöht oder vermindert werden mußte.

Die ersten forststatischen Arbeiten rühren von Zanthier her, welcher bereits 1764 in streng exakter Weise unter Anwendung von Zinseszinsen Untersuchungen über das rentabelste Wirtschaftsverfahren anstellte.

§ 46. Neben der Mathematik bildete die Botanik der Natur der Forstwirtschaft entsprechend jenes Gebiet, welches am frühesten und mit Vorliebe von den Forstleuten bebaut wurde. Da aber diese Wissenschaft selbst erst seit der Mitte des 18. Jahrh. ihre Blüten zu entfalten begann und die forstlichen Praktiker den wissenschaftlichen Forschungen zu ferne standen, so sind die Leistungen auf dem Gebiet der Forstbotanik in dieser Periode noch ziemlich gering und beschränken sich wesentlich auf den beschreibenden Teil derselben.

Das im Jahr 1716 erschienene Buch des Regensburger Arztes Georg Andreas Agricola „neuer und nie erhörter, doch in der Natur wohlbegründeter Versuch der Universalvermehrung aller Bäume, Stauden- und Blumengewächse, das erstemal theoretice und practice experimentirt" behandelt zwar neben viel Aberglauben und Schwindel auch die bekannteren Veredlungsarten ziemlich gut, ist aber kaum als zur Forstbotanik gehörig zu betrachten.

Der Begründer dieser Disciplin war ein französischer Gelehrter, der Marineinspektor Duhamel du Monceau [32]). Bei großer Kenntniß der Botanik, seines Lieblingsfaches, machte derselbe wertvolle Beobachtungen und Untersuchungen, welche, wie alle seine Arbeiten, vorwiegend die Anwendung der wissenschaftlichen Resultate für die Praxis im Auge hatten. Besonders berühmt sind die Leistungen Duhamels auf dem Gebiet der Pflanzenanatomie, welche er namentlich in seinem Hauptwerk „physique des arbres" 1758 niedergelegt hat. Auch über waldbauliche Fragen hat Duhamel exakte Untersuchungen angestellt, z. B. über die beste Tiefe, in welche der Samen gelegt werden müsse ꝛc.

Die forstlichen und forstbotanischen Werke Duhamel's wurden vom Amtmann des Nürnberger Sebaldiwaldes Oelhafen von Schöllenbach sehr gut übersetzt und so dem deutschen Publikum zugänglich gemacht. Aus ihnen haben nicht nur die Kameralisten den besten Teil ihres forstlichen und namentlich ihres forstbotanischen Wissens geschöpft, sondern auch verschiedene Holzgerechte benützten dieselben fleißig.

Namentlich auf Duhamel, jedoch auch unter Benützung der übrigen botanischen Litteratur, baute Joseph Friedrich Enderlin [33]) weiter, der erste deutsche Forstmann, welcher eine gute naturwissenschaftliche Schulung besaß. Enderlin arbeitete mit Vorliebe über Anatomie und Physiologie der Pflanzen, unterließ es aber, die hier unumgänglich nötigen Experimente zu machen und lieferte daher in seinem 1767 erschienenen Buche „die Natur und Eigenschaften des Holzes und seines Bodens nebst seiner Nahrung und Ursachen des Wachstumes" wenig mehr als scharfsinnige Spekulationen.

Unter den deutschen Forstbotanikern des vorigen Jahrhunderts war Dr. med. Joh. Gottl. Gleditsch [34]) der bedeutendste.

Derselbe schrieb eine „systematische Einleitung in die neuere, aus ihren eigentümlichen physikalisch-ökonomischen Gründen hergeleitete Forstwissenschaft", 2 Bde. 1775, als Handbuch für seine Vorlesungen an der Forstschule zu Berlin, deren größten und besten Teil die Forstbotanik, und zwar der beschreibende Teil derselben, ausmacht.

Vortreffliche Monographien über Eiche und Buche nach ihrem botanischen und forstlichen Verhalten lieferte Friedrich Burgsdorf, der Nachfolger Gleditsch's als Direktor der Forstschule zu Berlin. In ähnlicher Weise, wie diese beiden Holzarten, sollten auch alle übrigen forstlich-wichtigen behandelt werden, allein infolge seines veränderten Wirkungskreises setzte B. dieses groß angelegte Unternehmen nicht fort, sondern brachte die Forstbotanik später in dem seiner Zeit hochgeschätzten „Forsthandbuch" (1. T. 1788, 2. T. 1796).

---

32) Henri Louis Duhamel du Monceau, geb. 1700 zu Paris, gest. 1782 daselbst.

33) Joseph Friedrich Enderlin, geb. 1732 zu Bötzingen (Baden), gest. 1808 als badischer Hofrat.

34) Johann Gottlieb Gleditsch, Dr. med., geb. 1714 zu Leipzig, ursprünglich praktischer Arzt, später Professor der Botanik und erster Lehrer der Forstwissenschaft zu Berlin, gest. 1786 daselbst.

Zu den Forstbotanikern dieser Periode ist auch Dr. med. Casimir Medicus, praktischer Arzt und Begründer, sowie Direktor des botanischen Gartens zu Mannheim anzuführen, welcher für die Verbreitung fremdländischer Holzarten und ganz besonders eifrig für jene der Akazie eintrat (vgl. oben § 34).

Eine für jene Zeit recht gute Darstellung der Anatomie und Physiologie der Holzgewächse, sowie eine kurze Forstbotanik bot Däzel in dem 2. Theil seines „Lehrbuches für die pfalzbairischen Förster", 1788.

Noch weniger weit als die Forstbotanik war die Forstzoologie zu Ende des 18. Jahrh. vorgeschritten.

Die Biologie der jagdbaren Thiere wurde zwar in den jagdlichen und auch vielen forstlichen Schriften jener Zeit abgehandelt, allein unter steter Wiederholung der alten Fabeln.

Weit tiefer standen noch die Kenntnisse über die schwieriger zu beobachtenden forstschädlichen Insekten.

Die ausgedehnten Verheerungen, welche von letzteren gegen das Ende des vorigen Jahrhunderts veranlaßt wurden, gaben indessen Veranlassung, auch diesem Gegenstande näher zu treten.

Die damals gerade besonders zahlreichen Borkenkäferbeschädigungen wurden gewöhnlich als „Wurmtrocknis" und die Borkenkäfer selbst als der „kleine schwarze Wurm" bezeichnet, welcher aus den stockenden Baumsäften entstehen und jedenfalls nur kranke Bäume befallen sollte.

Die erste ordentliche Beschreibung des Bostr. typographus erfolgte durch Andr. Cramer in seinem oben (§ 44) erwähnten Werk, doch nahm auch er noch an, daß der Borkenkäfer nur kranke Bäume angehe.

Gleditsch und später auch Burgsdorf haben die Forstinsekten in systematischer Beziehung besser bearbeitet, lassen aber immerhin auch viel zu wünschen übrig.

Ein ganz vortreffliches Buch, welches die Biologie des B. typographus zum ersten Mal korrekt darstellt und auch viele Aktenstücke über die Insektenbeschädigungen im Harz bringt, ist die „Abhandlung über die Wurmtrocknis", verfaßt von Dr. Joh. Friedr. Gmelin, Prof. der Medizin an der Universität Göttingen.

§ 47. So lange die Jagd als die Hauptsache, die Forstwirtschaft aber nur als Nebensache behandelt wurde, war die Vorbildung des Forstmannes lediglich darauf gerichtet, geschickte Jäger heranzuziehen.

Dieselbe erfolgte durch eine 2—3jährige Lehrzeit bei einem entsprechenden „Lehrprinzen", während welcher der Lehrling das Schießen, die Einrichtung der großen eingestellten Jagen und die übrigen Jagdmethoden, sowie das Verfertigen der verschiedenen Netze und Garne, die Behandlung der Hunde, Hornblasen ꝛc. lernen und dem Lehrherrn, wenigstens im 1. Jahre, das Pferd putzen, füttern, satteln, sowie noch andere häusliche Dienste verrichten mußte. Das forstliche Wissen sollte so nebenbei durch Fragen bei Holzhauern und Köhlern sowie durch eigene Beobachtung erworben werden. Nach überstandener Lehrzeit wurde der Lehrling unter Feierlichkeiten, welche sich jenen der Zünfte bei ähnlicher Veranlassung näherten, losgesprochen, erhielt einen Lehrabschied, gieng dann einige Zeit auf die Wanderschaft und suchte schließlich irgendwo unterzukommen.

Wenn auch schon in der ersten Hälfte des 18. Jahrh. die sich aus diesem Bildungsgange ergebenden Mißstände so stark hervortraten, daß man eine Abänderung desselben anstrebte, so kam es doch erst dann zu einer Besserung, als das Forstwesen sich von der Unterordnung unter die Jagd losgerungen hatte.

Da tüchtige Forstwirte auch in der 2. Hälfte des 18. Jahrhunderts noch ziemlich selten waren, so sammelten sich bei ihnen bald eine größere Anzahl junger Leute zur Er-

lernung der Forstwirtschaft, und es entstand so der älteste forstliche Unterricht in Form der sog. Meisterschule, die nach außen der früheren Lehrzeit ganz entsprach.

Das erste derartige Institut wurde von Zanthier um 1763 in Wernigerode im Harz begründet und später nach Ilsenburg verlegt; mit Zanthiers Tod gieng dasselbe, wie alle derartigen Schulen, die lediglich an eine Person geknüpft waren, wieder ein.

Aehnliche Meisterschulen entstanden in den letzten Dezennien des 18. Jahrh. in größerer Anzahl, so wurden solche begründet von: Hase in Lauterburg 1780, Heinrich Cotta in Zillbach 1785, J. von Uslar in Herzberg 1790, G. L. Hartig unterrichtete seit 1789 in Hungen junge Leute, wo 1791 eine förmliche Meisterschule entstand. In Oesterreich wurden ebenfalls einige kleine Privatinstitute errichtet, so zu Krumau und Eisgrub, beide 1790.

Auch einzelne Staaten begannen am Schluß dieser Periode bereits Vorsorge für den forstlichen Unterricht zu treffen, so u. A. Preußen, Württemberg und Baiern. Näheres darüber enthält der vorausgehende Abschnitt II.

Auf verschiedenen Universitäten wurde in der 2. Hälfte des 18. Jahrh. zwar ebenfalls Forstwissenschaft gelehrt, allein die betr. Vorlesungen waren nur für Kameralisten, nicht für Forstwirte bestimmt. Eine Ausnahme machte Trunk in Freiburg, dessen Unterricht für alle Aspiranten des Forstdienstes in den vorderösterreichischen Landen für obligatorisch erklärt wurde, allein dieselben wurden in dieser Form nur während eines einzigen Jahres abgehalten.

§ 48. Die Beteiligung der Forstwirte an der Journallitteratur erfolgte zuerst teils in den allgemein-litterarischen, teils in den kameralistischen Zeitschriften. Namentlich enthielten die Leipziger ökonomischen Nachrichten (1750—1763) eine große Anzahl forstlicher Abhandlungen, außerdem erschienen solche auch in dem Göttinger gelehrten Anzeiger, und der physikalisch-ökonomischen Bibliothek, Leipziger gelehrten Zeitung, dem Hannöver'schen Magazin ꝛc.

Die erste speziell forstliche Zeitschrift war: „Das allgemeine ökonomische Forstmagazin" von Stahl, 1763—1769 in 12 Bänden herausgegeben, welches viele sehr interessante Abhandlungen, aber auch manches unrichtige und für deutsche forstliche Verhältnisse vollkommen Wertlose (z. B. einen Aufsatz über die Kultur des Kaffeebaumes) enthält. 1776—1779 erschien als Fortsetzung hievon ein „Neueres Forstmagazin" unter der Redaktion Stahl's und des Mainzischen Hofkammerrates Franzmadhes, ferner 1778 und 1779 zu Stuttgart die „Forst- und Jagdbibliothek".

Bleibenden historischen Wert besitzt das „Forstarchiv zur Erweiterung der Forst- und Jagdwissenschaft und der forst- und jagdwissenschaftlichen Litteratur" von W. G. von Moser, 17 Bände, 1788—1796, fortgesetzt mit Ch. W. Gatterer unter dem Titel „Neueres Forstarchiv" (18.—30. Band) 1796—1807 wegen der vielen in demselben enthaltenen Forstordnungen und sonstigen landesherrlichen Verordnungen.

Sehr beliebt waren im vorigen Jahrhundert die verschiedenen Forstkalender, welche eine Uebersicht über die in den einzelnen Monaten vorzunehmenden Geschäfte des Forst- und Jagdbetriebes, sowie Bemerkungen über das wahrscheinliche Wetter ꝛc. enthielten. Solche Forstkalender wurden sowohl anderen Werken beigegeben als erschienen sie auch selbständig. J. G. Beckmann und Werneck haben neben Anderen Forstkalender in letzterer Form herausgegeben, am beliebtesten war der von Zanthier gemeinschaftlich mit von Laßberg verfaßte.

IV. Abschnitt. Uebergang auf die jetzigen Verhältnisse (seit 1790).

§ 49. Während in der vorigen Periode aus den früher (§ 22) dargestellten Gründen der Waldbesitz der Landesherren eine ungemeine Ausdehnung erlangt hatte, hat diese Besitz-

form des Waldes unter dem Einfluß der großen politischen Umwälzungen zu Beginn des 19. Jahrh., sowie der Ausbildung der modernen Staatsidee seit dem Schluß des 18. Jahrh. bedeutende Veränderungen erfahren.

Durch die Säcularisationen im Reichs-Deputationshauptschluß vom Jahre 1803 fiel das Eigentum der geistlichen Güter an die Landesherren, so daß ihr Waldbesitz zunächst noch einen sehr beträchtlichen Zuwachs erhielt. Tiefer eingreifend waren die Mediatisierungen der kleinen Landstände, deren Güter sowohl im Reichsdeputationshauptschluß vom Jahre 1803, als auch in der Rheinbundsakte von 1806 (Art. 27) sowie in der deutschen Bundesakte von 1815 (Art. 14) ausdrücklich als ihr Patrimonial- und Privateigentum anerkannt wurden. Man gieng dabei von der Ansicht aus, daß das Eigentum von den Domänen immer den fürstlichen Familien zugestanden habe, aber mit gewissen Ausgaben im öffentlichen Interesse belastet gewesen sei, daß jedoch mit dem Recht der fürstlichen Familien auf die Landesregierung ipso jure auch die Belastung des Kammergutes mit öffentlichen Ausgaben erloschen sei.

Soweit also hier Waldungen in Frage kommen, wurden aus den ehemals landesherrlichen Forsten Privatwaldungen.

Auch den mediatisierten Reichsstädten wurde der städtische Wald meist fernerhin belassen, nur in seltenen Ausnahmen (z. B. Nürnberger Reichswald, ein altes Reichsgut) kamen sie an den Staat.

Anders gestaltete sich das Verhältnis in den übrigen Staaten, welche auch nach 1815 ihre Selbständigkeit noch behaupteten. Hier tauchte mit der Loslösung des Staatsbegriffes von der Person des Fürsten die Frage nach der rechtlichen Natur des Domanialgutes auf.

Das Land hatte ein Interesse daran, daß bei den nunmehr fortwährend rapid steigenden Staatsausgaben ein möglichst großer Teil derselben durch die Einkünfte aus den Domainen gedeckt würde und diese als ein Unterpfand bei Staatsanleihen benutzt werden könnten, während die Fürsten nicht mit Unrecht wenigstens einen Teil der Domänen als reines Privateigentum betrachteten und mit Rücksicht auf die Möglichkeit weiterer Mediatisierung sich dieses auch sichern wollten.

Das Domanium setzte sich zusammen aus reinem Privatgut der Fürsten und aus solchen Teilen, welche ihnen mit Rücksicht auf das innehabende Amt übertragen oder von ihnen als Landesherren erworben worden waren. Da sich jedoch eine Ausscheidung von Staatsgut und Hausgut auf Grund streng historischer Basis nicht durchführen ließ, weil der rechtliche Ursprung und der Charakter der einzelnen Domänen nicht mehr mit Sicherheit nachgewiesen werden konnten, so erfolgte die Ordnung dieser Angelegenheit nach politischen und Billigkeitsrücksichten.

Weit früher als in allen anderen Staaten, bereits 1713, wurde diese Frage in Preußen dadurch gelöst, daß die Domänen zu Staatsgütern erklärt wurden; als solche bestätigte sie auch das preußische Landrecht von 1794, das Hausgesetz von 1805 und das Edikt von 1810.

In den übrigen deutschen Staaten wurde diese Angelegenheit während der ersten Hälfte des 19. Jahrh., in Meiningen sogar erst 1871 in sehr verschiedener Weise geregelt.

Die größeren Staaten (Baiern, Württemberg, Sachsen) erkannten die Domänen ebenfalls wie Preußen als reine Staatsgüter an, in den kleineren wurden sie entweder zwischen dem Staat und dem landesfürstlichen Haus geteilt (Anhalt, Oldenburg, Altenburg) oder deren Eigentum verblieb den fürstlichen Familien ganz oder zum Teil, jedoch mit der Bestimmung, daß die Einkünfte der Domänen zu Staatsausgaben Verwendung finden sollten, die Vereinbarungen innerhalb der letzten Gruppe sind wieder sehr verschieden.

Durch den Uebergang des Eigentums der Domänen an den Staat entstanden, soweit hierbei Waldungen in Betracht kommen, aus den landesherrlichen Forsten Staatswaldungen.

Zu derselben Zeit, als die Ausbreitung des Staatswaldbesitzes begann, erschien dessen Wiederveräußerung aus zwei Gründen als wünschenswert und sogar notwendig. Einerseits hatten nämlich die Anhänger der Adam Smith'schen Freihandelstheorie aus der Ansicht, daß der Staat ungeeignet für den Betrieb der Gewerbe sei und diese nur durch die freie Konkurrenz Aller zur höchsten Blüte sich entwickeln können, die Folgerung gezogen, daß derselbe auch auf den Betrieb der Forstwirtschaft verzichten und daher seine Waldungen veräußern müsse. Schon eine 1784 in Paris erschienene Schrift von Mustel „Traité théorique et pratique de la vegetation“ empfahl den Verkauf der Staatsforsten und in dem gleichen Sinne sprechen sich verschiedene deutsche Gelehrte bereits zu Ende des 18. Jahrh., noch zahlreicher aber zu Beginn des 19. Jahrh. aus, z. B. Fr. C. Medicus in Mannheim 1798, Trunk 1802, Pfeil 1816 ꝛc.

Diese theoretischen Forderungen würden nicht so rasch in die Praxis übertragen worden sein, wenn nicht die Notlage, in welcher sich die Staatsfinanzen infolge der französischen Kriege befanden, die Herbeischaffung von Geld auf jede mögliche Weise als eine unabweisbare Forderung hätten erscheinen lassen, zu welchem Zweck sich gerade die Veräußerung der Staatsforsten als bequemstes und zugleich als anscheinend richtigstes Mittel darbot.

In Bayern war mit derselben schon 1802 begonnen worden, in Preußen wurde die gleiche Maßregel 1807 auf die Tagesordnung gesetzt und dort von dem Forstfiskal der Domänendirektion Hazzi, hier von den bedeutendsten Staatsmännern wie Stein und Vincke befürwortet und vertreten. Es konnte nicht ausbleiben, daß gegen den Verkauf der Staatswaldungen auch eine sehr lebhafte Opposition, besonders von seiten der Forstbeamten, sich geltend machte. Namentlich traten G. L. Hartig seit seiner Berufung nach Preußen und in Baiern Stockar von Neuforn, ferner der Landesdirektionsrat Grünberger als heftige Gegner dieser Maßregel auf.

Wegen der ungünstigen Finanzverhältnisse wurden jedoch in beiden Staaten sehr beträchtliche Waldflächen veräußert, bis sich erstere nach Wiederherstellung des Friedens allmählich wieder besserten und alsdann, etwa seit dem Jahre 1820, die Staatswaldverkäufe als Finanzmaßregel nicht weiter fortgesetzt wurden.

Von da ab haben nur die Ablösungen der Forstservituten noch umfangreichere Verminderungen der Staatswaldflächen herbeigeführt, während in neuerer Zeit eine weitere Ausdehnung derselben aus vielen und gewichtigen Gründen erstrebt wird.

§ 50. Soweit die alten Markwaldungen nicht verteilt wurden oder in landesherrliches Eigentum übergegangen sind, haben dieselben unter dem Einfluß der neueren Gesetzgebung und je nach der Lage der örtlichen Verhältnisse ein sehr verschiedenes Schicksal gehabt.

1. In manchen Fällen haben sich Genossenverbindungen als bloße Wirtschaftsgenossenschaften nach Wegfall der öffentlich-rechtlichen Befugnisse innerhalb der politischen Ortsgemeinde forterhalten und zwar in zwei Formen: a) als Realgemeinden, welche sich aus den Besitzern einer bestimmten Anzahl von Höfen, mit denen das Gemeinderecht herkömmlich verbunden ist, zusammensetzen, und b) als Nutzungsgemeinden, bei welchen die Eigentumsrechte selbständige, nicht an Grund und Boden gebundene Immobiliarrechte sind. Die betr. Waldungen sind Genossenschaftswaldungen, bei denen noch zahlreiche Abstufungen der rechtlichen Verhältnisse vorkommen. So liegen die Verhältnisse in Kurhessen, Hannover, Braunschweig, Württemberg, im Königreich Sachsen und in den Haubergsgenossenschaften in Westfalen und am Rhein.

2. In anderen Gegenden ist das Eigentum am Wald auf die politische Gemeinde übergegangen, und die Realgemeinderechte bestehen nur mehr als dingliche Rechte am Gemeindegut fort.

3. Bei weitem in der größten Zahl von Gemeinden ist eine besondere Wirtschafts-

gemeinde überhaupt nicht mehr vorhanden und das wirtschaftliche Element im politischen aufgegangen, es bestehen hier höchstens nur noch nicht verbundene Einzelrechte. Dieses ist dann der Fall, wenn die Waldungen dem Orts- oder Kämmereivermögen einverleibt worden sind und die Allmendnutzungen, soweit solche überhaupt noch gewährt werden, eine rein bürgerliche Nutzung darstellen.

4. In manchen Rechtsgebieten, so z. B. im Bereich des preußischen Landrechts und des französischen Rechts, ist an Stelle der deutsch-rechtlichen Genossenschaft eine römisch-rechtliche societas getreten, wenigstens nach dem formellen Recht, wenn auch nicht immer nach dem Gewohnheitsrecht, und hiedurch aus dem Genossenschaftswald ein Interessentenforst geworden.

5. Eine eigentümliche Form des Waldeigentums hat sich in Kurhessen als sog. Halben-Gebrauchswaldungen entwickelt (vgl. oben § 22). In diesen Waldungen bestreitet der Staat fast alle Kosten für Betrieb und Schutz, während die Nutzungsgemeinde, vielfach unter Mitwirkung der politischen Gemeinde, den größten Teil der Walderträge gegen eine geringe Geldabgabe und Naturalleistungen bezieht. In neuester Zeit (seit 1867) ist diese Form des Waldbesitzes durch Ablösung und Vergleich fast vollständig beseitigt worden.

6. Sehr verwickelt ist der Entwicklungsgang jener im Gemeinbesitz befindlichen Waldungen, welche ursprünglich Markgenossenschaften gehörten, später in das Eigentum des Landesherren oder der politischen Gemeinde übergiengen, wobei aus den früheren Eigentümern Servitutsberechtigte wurden, und dann schließlich auf dem Weg der Servitutsablösung als Gesamtabfindungswaldungen wieder in den Besitz der Nachfolger der ursprünglichen Eigentümer zurückgekehrt sind.

In manchen Fällen sind solche Gesamtabfindungswaldungen auch durch Ablösung von Berechtigungen entstanden, welche Markgenossenschaften im herrschaftlichen Wald eingeräumt worden waren.

§ 51. Zu den Entstehungsgründen der Forstberechtigungen, welche in § 25 dargestellt wurden und welche teilweise wenigstens auch im 19. Jahrh. noch fortdauerten, kam jetzt noch die Gesetzgebung über das Gemeindevermögen, um die Zahl der Servitutsberechtigten zu vermehren. Wo nämlich die Markwaldungen in das Eigentum der politischen Gemeinde übergiengen, sind in jenen Fällen, in welchen die Erträge des Gemeindewaldes nicht in die Gemeindekasse fließen, sondern allen einzelnen Gemeindegliedern oder gewissen Klassen derselben direkt zukommen, diese als Inhaber eines dinglichen Rechtes am Gemeindevermögen aufzufassen. Aber auch da, wo die frühere Markgenossenschaft als Agrargemeinde oder Interessentenschaft innerhalb der öffentlichen Gemeinde fortbesteht, ist doch vielfach das Eigentum der Allmende ganz oder teilweise auf die politische Gemeinde übergegangen, so daß die Agrargenossenschaft bezw. die Interessentenschaft nur als Nutzungsberechtigte erscheinen.

Bei der Umgestaltung der Markgemeinde in die politische Gemeinde sind für den Fall des Ueberganges des Eigentums an der Allmende an diese oder an eine innerhalb der politischen Gemeinde bestehende Genossenschaft die Holzbezugsrechte und sonstigen Nutzungsbefugnisse, welche im Lauf der Zeit den Pfarrern und Lehrern, den Dorfhandwerkern, sowie jenen Ortseinwohnern, welche nicht mehr als vollberechtigte Genossen aufgenommen wurden, eingeräumt worden waren, zu Servituten am Gemeinde- oder Genossenschaftswald geworden.

Verjährung und unbefugte Ausdehnung bestehender Servituten haben im 19. Jahrh. ebenfalls noch vielfache Veranlassung zur Entstehung neuer Forstberechtigungen gegeben.

Während bei den landwirtschaftlich benützten Grundstücken die Befreiung von dinglichen Lasten bereits seit dem Ende des 18. Jahrh. als eine der notwendigsten Voraussetzungen der erfolgreichen Entfaltung einer wirtschaftlichen Thätigkeit betrachtet und des-

halb auf legislatorischem Weg schon frühzeitig herbeigeführt oder doch wenigstens angebahnt wurde (Preußen, Landeskulturedikt v. 14. Sept. 1811), ist das Waldeigentum noch bis in die neueste Zeit herein viel stärker belastet geblieben.

Durch die neueren Forstgesetze ist zwar fast allenthalben die Entstehung neuer Servituten verhindert und die Fixierung ungemessener Rechte ermöglicht, die bessere Ordnung des Forsthaushaltes sorgt ferner durch genaue Verzeichnisse über die bestehenden Berechtigungen und entsprechende Kontrole über deren Ausübung dafür, daß eine widerrechtliche Erweiterung nicht leicht mehr eintritt, allein die vollkommene Befreiung des Waldeigentums von den für die Wirtschaft so hinderlichen und die Erzielung der höchsten Rente unmöglich machenden Forstberechtigungen-schritt doch nur langsam vorwärts.

In einzelnen Staaten wurden zwar schon zu Anfang dieses Jahrhunderts Ablösungsgesetze erlassen (Hessen 1814, Preußen, Gemeinheitsteilungsordnung von 1821). Dieselben waren jedoch häufig ungenügend oder ermöglichten die Abfindung nur durch unverhältnismäßige Opfer an Waldgrund, erst seit der Mitte unseres Jahrhunderts trat allmählich hierin eine Besserung ein; in einigen Staaten (z. B. Bayern) fehlen sogar noch gegenwärtig zweckmäßige Ablösungsgesetze.

Eine Erklärung dieser auffallenden Erscheinung ergiebt sich daraus, daß die Notwendigkeit einer Beseitigung der Servituten erst bei einer gewissen Stufe der wirtschaftlichen Entwicklung hervortritt, während sie vorher sowohl mit Rücksicht auf die ökonomischen Verhältnisse der Beteiligten als auch auf den historischen Entwicklungsgang als schädlich und ungerecht erscheint. Die verspätete Befreiung der Forstwirtschaft von den dinglichen Lasten gegenüber der Landwirtschaft hängt, abgesehen von vielen anderen Verhältnissen, mit der langsameren Entwicklung der ersteren zusammen.

Bezüglich der Sicherung der Waldgrenzen waren bereits am Schluß der vorigen Periode alle jene Maßregeln bekannt und geübt, welche auch heute noch als solche dienen: Anwendung dauerhafter Grenzmale, Grenzbeschreibung, Kartierung und Revision der Grenzen durch die Forstbeamten. Die Neuzeit macht nur von denselben einen wirksamen und allgemeinen Gebrauch, während sie früher doch nur mehr als Ausnahmen in besonders hoch entwickelten Gebieten erschienen. Außerdem sind auch noch wesentliche Fortschritte in dieser Beziehung durch zweckmäßige Gesetze und Verwaltungsvorschriften, sowie durch die allgemeine Durchführung der genauen Vermessungen und Kartierungen gemacht worden.

§ 52. Schon in der Einleitung zu der Entwicklung des Waldbaues während der vorigen Periode wurden jene Momente hervorgehoben, welche namentlich im 18. Jahrh. eine immer weitergehende Verschlechterung des Waldzustandes herbeiführten. Viele derselben, besonders die Devastation der bäuerlichen Waldungen, die steigende Forderung von Streu und die meist nur durch den augenblicklichen Gewinn veranlaßte rücksichtslose Veräußerung werthvoller Nutzhölzer dauerten auch zu Beginn des 19. Jahrh. noch fort und gewannen sogar an Intensität. Dazu kam noch, daß die Kriege gegen Frankreich nicht nur eine Besserung der Wirtschaft hinderten, sondern auch infolge der durch sie veranlaßten finanziellen Notstände zu immer tieferen Eingriffen in die Holzvorräte führten.

In den bäuerlichen Waldungen vermochten polizeiliche Bestimmungen nicht, einen wirtschaftlichen Sinn und forstliche Kenntnisse zu schaffen. Die Hoffnungen, welche man auf den Erfolg des Individualismus nach Verteilung der Markwaldungen gesetzt hatte, erwiesen sich als trügerisch, vielmehr trug diese Maßregel ganz wesentlich zur Verwüstung der Waldungen bei und machte auch durch die Art und Weise des Teilungsverfahrens sowie die immer weitergehende Parzellierung jedes bessere Streben einzelner Genossen illusorisch.

Auch in den landesherrlichen Forsten ließ die Geschicklichkeit und leider gar häufig selbst die Redlichkeit der Beamten zu Anfang dieses Jahrhunderts noch viel zu wünschen übrig. Die Schilderungen über den Zustand der Waldungen aus den ersten Dezennien des

19. Jahrh. zeigen ein erschreckendes Bild von der Verwüstung und Verödung der Waldungen, welche mit der Verbesserung der Kommunikationsmittel auch bis in die früher unzugänglichen und deshalb geschonten Teile der größeren Waldgebiete vordrang.

Die bereits gegen das Ende der vorigen Periode begonnenen Versuche, durch den Anbau schnellwüchsiger Holzarten: Birke, Pappel, Weißerle, Akazie rc., dem Holzmangel vorzubeugen und die Blösen zu decken, endeten an vielen Orten mit der vollständigen Verdrängung der besseren Holzarten und haben nicht unwesentlich mit zu dem großartigen Wechsel der Bestandesbilder beigetragen, welcher um die Wende des 18. Jahrhunderts in den deutschen Waldungen sich anbahnte.

Während bis zur 2. Hälfte des 18. Jahrh. Laubholzbestände oder doch aus Laub- und Nadelholz gemischte Waldungen, mit Ausnahme der höheren Gebirgslagen, fast über ganz Deutschland verbreitet gewesen waren, traten nunmehr die Nadelhölzer, namentlich die Kiefer, in immer größerer Verbreitung auf.

Das Terrain, welches im Norden und Westen Eiche und Buche, im Süden Buche und Tanne verlor, gewann dort die Kiefer, hier Kiefer und Fichte; in Mitteldeutschland wurde die reine Fichte vorherrschend.

Die Verschlechterung der Produktionsfähigkeit des Bodens, welche denselben für den Anbau des Laubholzes als ungeeignet erscheinen ließ, die Raschwüchsigkeit, Gebrauchsfähigkeit sowie die leichte Verbreitung des Samens der Nadelhölzer und endlich auch die unten noch näher zu besprechenden Aenderungen der Wirtschaftsmethoden haben diesen Wechsel der Holzarten, der bis zu einem gewissen Grade eine waldbauliche Notwendigkeit und eine ganz richtige wirtschaftliche Operation zur Hebung des Ertrages der Waldungen war, schließlich weit über das berechtigte Maß hinaus erweitert.

§ 53. Das 18. Jahrh. hat zwar auf dem Gebiet des Waldbaues an einzelnen Orten ganz hervorragendes geleistet und durch Weiterbildung der waldbaulichen Technik Grundlagen geschaffen, auf welchen eine neue Generation weiterbauen konnte, allein es war am Schluß desselben der Zeitpunkt gekommen, in welchem die Erfahrungen, welche an einzelnen Stellen gesammelt waren, zusammengetragen, in einfache, leicht verständliche Sätze gebracht und deren allgemeine Anwendung veranlaßt werden mußte. Hiezu reichte das System der alten Forstordnungen nicht mehr aus, es bedurfte energischer Naturen in einflußreichen Stellungen, welche durch ihre persönliche Autorität das erreichen konnten, was auf dem Wege einer papiernen Vorschrift unmöglich gewesen wäre.

Die Forstgeschichte ist in der glücklichen Lage, zu einer Zeit, in welcher der Ruin eines großen Teiles des deutschen Waldes besiegelt schien, eine Reihe von Koryphäen verzeichnen zu können, welche durch segensreiches Wirken auf den verschiedensten Gebieten der Forstwirtschaft nicht nur eine Wendung zum Bessern herbeigeführt, sondern auch durch großartige Fortschritte im Bereich der Wissenschaft die heutige Blüte unseres Faches ermöglicht haben.

Der erste Forstmann, welcher die empirischen Kenntnisse der holzgerechten Jäger mit der wissenschaftlichen Bildung der Kameralisten vereinigte und dadurch eigentlich erst die Forstwissenschaft begründete, war Georg Ludwig Hartig[35]), von 1811—1837

35) Georg Ludwig Hartig, Dr. phil. h. c., geb. 2. Sept. 1764 in Gladenbach, gest. 2. Febr. 1837, lernte als Jäger am Harz, studierte 1781—1783 an der Universität Gießen, praktizierte sodann bei seinem Vater und trat 1785 als Accessist am Oberforstkolleg in Darmstadt ein. Schon 1786 wurde er fürstl. Solms'scher Forstmeister zu Hungen und nahm bereits 1789 junge Leute in die Lehre. 1797 erhielt H. einen größeren Wirkungskreis als Nassau-oranien'scher Landforstmeister in Dillenburg, wo er gleichfalls seine Lehrthätigkeit fortsetzte. Nach Annexion dieses Landes durch Napoleon verschaffte ihm 1806 ein ehrenvoller Ruf als Oberforstrat nach Stuttgart wieder ein Unterkommen; von Württemberg, wo er auch als Lehrer thätig war, trat H. 1811 als Oberlandforstmeister und Staatsrat in preußische Dienste über. In Berlin hielt H. ebenfalls Vorlesungen über Forstwissenschaft und war seit 1821 zugleich Lehrer an der dortigen Forstakademie.

Chef der preußischen Forstverwaltung. H.'s Bedeutung liegt weniger in großen neuen Entdeckungen und Untersuchungen als vielmehr darin, daß er das ganze, vielfach zerstreute Material beherrschte, einheitlich ordnete und in wenigen kurzen Sätzen (seinen „Generalregeln") zusammenfaßte. Sein großes Verdienst ist die Organisation der Forstverwaltung in Preußen. Er gab dem Waldbau durch seine „Anleitung zur Holzzucht" die erste wissenschaftliche Grundlage, entwickelte das Massenfachwerk vollständig und war ein tüchtiger Lehrer. Die Klarheit und Einfachheit seiner Darstellungsweise verschaffte seinen zahlreichen Schriften (im ganzen 30) große Verbreitung und Beliebtheit.

Durch seine Stellung an der Spitze der Forstverwaltung eines großen Landes war H. in der Lage, seine Ideen in ausgedehntem Maßstab in der Praxis durchzuführen, und hat so wesentlich zur Anbahnung einer geordneten Forstwirtschaft, namentlich in Preußen, beigetragen.

Ziemlich gleichalterig mit Hartig war Heinrich von Cotta[36]), von 1816—1844 Direktor der Forstakademie Tharand und der sächsischen Forsteinrichtungsanstalt, er wirkte ähnlich wie jener hauptsächlich auf dem Gebiet der Forsteinrichtung und des Waldbaues. Dort begründete er das Flächenfachwerk, hier die sog. Baumfeldwirtschaft. Wenn auch seine waldbaulichen Anschauungen heute nicht mehr alle als vollkommen richtig anerkannt werden können, so hat er doch seinerzeit, insbesondere auch durch die Klarheit und Frische seiner Darstellungsweise, ungemein fesselnd und anregend gewirkt. Er war der erste Schriftsteller, welcher die Notwendigkeit der Zinseszinsrechnung bei der Waldwertberechnung wissenschaftlich begründete, ging aber später zu gemischten Zinsen über. Auch als Pflanzenphysiolog ist Cotta durch seine wertvolle Untersuchung über die Bewegung und Funktion des Saftes bekannt. Nicht weniger bedeutend war Cotta als Lehrer durch die Klarheit seines Vortrages, Reichtum an Ideen und persönliche Liebenswürdigkeit.

Wesentlich verschieden von der Thätigkeit Hartig's und Cotta's war jene Hundeshagen's[37]), des ersten Vertreters der spekulativen Richtung in der Forstwirtschaft. Er ist der Begründer einer Formelmethode für die Zwecke der Forsteinrichtung und Schöpfer der Forststatik. Vielseitig gebildet, brach Hundeshagen für die fernere Entwicklung der Forstwissenschaft ganz neue Bahnen, schuf ein ausgezeichnetes System für diese und war ein äußerst anregender Lehrer.

Während Hartig und Cotta durch ihre Richtung ebensowohl als durch ihre amtliche Stellung mehr sofortige Erfolge in der Praxis erzielten, liegt die Bedeutung Hundeshagen's vorwiegend in seinen wissenschaftlichen Arbeiten und in der von ihm begründeten Schule.

Seiner wissenschaftlichen Richtung steht König[38]) am nächsten, dessen beste Leistungen

---

36) Heinrich von Cotta, geb. 30. Okt. 1763 zu Klein-Zillbach (Sachsen-Weimar), gest. 25. Okt. 1844 zu Tharand. Außer dem praktischen Unterricht, welchen er bei seinem Vater genoß, besuchte C. noch 1784 und 1785 die Universität Jena. Schon bald unternahm er in Thüringen Flurvermessungen, wobei sich ihm seit 1786 junge Jäger anschlossen. 1789 wurde er als Forstläufer in Zillbach angestellt, wo er seinen Unterricht fortsetzte und 1795 mit staatlicher Genehmigung ein Forstinstitut errichtete sowie den Titel „Wildmeister" erhielt 1801 zum Forstmeister in Eisenach ernannt, blieb er wegen seines Forstinstituts in Zillbach wohnen, 1810 führte ihn ein Ruf als Direktor der sächsischen Forstvermessungsanstalt nach Tharand, wo er seit 1811 auch forstliche Vorlesungen hielt. Sein Forstinstitut wurde 1816 zur Staatsanstalt erhoben. Als Direktor derselben und der sächsischen Forsteinrichtungsanstalt wirkte er mit dem Titel „Oberforstrat" bis zu seinem Tod.

37) Johann Christian Hundeshagen, Dr. phil., geb. 10. August 1783 in Hanau, gest. 10. Febr. 1834 in Gießen, absolvierte 1800—1802 die Forstpraxis zu Sterbfritz, studierte 1802 bis 1804 an der Forstlehranstalt Waldau und 1804—1806 an der Universität Heidelberg. Nach zweijähriger Thätigkeit als Accessist und Verwalter des Meißner Distriktes wurde H. 1808 Revierförster in Friederwald, 1818 folgte er einem Rufe als Professor der Forstwissenschaft nach Tübingen, kehrte aber bereits 1821 als Forstmeister und Direktor der Forstlehranstalt nach Fulda zurück, von wo er schon 1824 wieder mit dem Titel Oberforstrat als Professor und Direktor einer zu gründenden Forstlehranstalt nach Gießen übersiedelte. 1831 legte H. die Direktion der Forstlehranstalt nieder und beantragte deren Vereinigung mit der Universität, welche auch vollzogen wurde.

38) Gottlob König, Dr. phil. h. c., geb. 18. Juli 1776 zu Hardisleben (Sachsen-Weimar), gest. 22. Okt. 1849 zu Eisenach, erhielt seine forstliche Ausbildung bei seinem nachmaligen Schwager,

auf dem Feld der Forstmathematik und forstlichen Statik zu verzeichnen sind, wo er der unmittelbare Vorläufer unserer modernen Schule, namentlich Preßler's, ist, außerdem war er auch auf dem Feld der Forstnaturkunde thätig. Als Oberforstrat und Vorstand der Forsttaxationskommission wirkte König höchst segensreich für die Organisation der Weimarischen Forstverwaltung und des dortigen Forsteinrichtungswesens.

Eine außerordentlich geniale und eigenartige Natur war Pfeil[39]), erster Direktor der auf seine Veranlassung begründeten Forstakademie Eberswalde von 1830—1859. Obwohl Autodidakt, verband Pf. mit einer reichen praktischen Erfahrung vielseitige Kenntnisse, welche leider der genügenden naturwissenschaftlichen und mathematischen Grundlagen ermangelten. Im direkten Gegensatz zu dem Hartig'schen Generalisieren legte er den größten Nachdruck auf das Individualisieren und die Ueberwindung der Schulregel. Auf dem Gebiet der Forstpolitik war er anfangs ein entschiedener Anhänger der Smith'schen Schule, überzeugte sich jedoch später von der Unmöglichkeit, dieselbe hier mit allen ihren Konsequenzen zur Durchführung zu bringen.

Pfeil ist bekannt als ungemein produktiver Schriftsteller und besonders als gefürchteter Kritiker, wegen der Schärfe seines Blickes und Urteiles beherrschte er lange Zeit die forstliche Litteratur vollständig.

Der jüngste aber keineswegs der unbedeutendste unter den forstlichen Koryphäen war Karl Justus Heyer[40]), der mit einer gründlichen wissenschaftlichen Bildung ausgezeichnete praktische Kenntnisse vereinigte. Seine Werke sind bei großer Klarheit und scharfer Systematik streng wissenschaftliche Leistungen. K. Heyer begründete eine vortreffliche Forsttaxationsmethode, wirkte praktisch und litterarisch mit Erfolg auf dem Gebiet des Waldbaues und hat sich durch Förderung der forstlichen Statik große Verdienste erworben.

§ 54. Jene Wirtschaftsmethode, welche in der 2. Hälfte des 18. Jahrh. allmählich

---

dem damaligen Förster Heinrich Cotta zu Zillbach, 1794—1796. Nachdem er von 1797 an unter dem Forstmeister Oettelt als Forstgehilfe verwendet worden war, gieng K. 1800 auf Urlaub, um das preußische Forsteinrichtungswesen kennen zu lernen. Nach seiner Rückkehr wurde er 1802 als Oberjäger in Zillbach angestellt und erteilte seit 1803 Unterricht in der Geometrie am dortigen Forstinstitut. 1805 erfolgte seine Beförderung zum Förster in Ruhla, 1813 zum Oberförster, 1819 zum Forstrat, 1821 wurde er auch Vorstand der neu errichteten Forsttaxationskommission. Schon bald nach seiner Niederlassung in Ruhla nahm er junge Leute in die Lehre und errichtete nach Cotta's Berufung nach Tharand daselbst eine forstliche Meisterschule, 1829 wurde er zum Mitglied des Oberforstamts Eisenach ernannt, und bei seiner Uebersiedlung in diese Stadt (1830) zugleich seine Meisterschule als Staatsanstalt ebenfalls dorthin verlegt. 1837 wurde K. zum Oberforstrat ernannt.

39) Friedrich Wilhelm Leopold Pfeil, Dr. phil., geb. 28. März 1783 in Rammelsburg am Harz, gest. 4. Sept. 1859 in Warmbrunn bei Hirschberg (Schlesien), besuchte 1798—1801 das Gymnasium, wandte sich aber nach dem Tod seines Vaters dem Forstfache zu und machte die Forst- und Jagdlehre zu Königinhof, später zu Thale durch. Nach beendigter Lehrzeit war Pf. 1804 zuerst kurländischer Forstassistent, sodann seit 1806 Förster zu Kleinitz in Niederschlesien, die Befreiungskriege machte er als Hauptmann der schlesischen Landwehr mit und wurde nach deren Beendigung 1816 fürstl. Carolath'scher Forstmeister zu Carolath. Auf Hartigs Verwendung erfolgte 1821 die Berufung Pfeils als Oberforstrat und Professor an die Universität Berlin. Da er sich aber hier nicht wohl fühlte und mit Hartig nicht harmonierte, gelang es seinen Bemühungen, im Jahr 1830 die Gründung einer Forstakademie in Eberswalde durchzusetzen, als deren Direktor er bis zu der kurz vor seinem Tode erfolgten Pensionierung thätig war.

40) Carl Justus Heyer, Dr. phil., geb. 9. April 1797 im Bessunger Forsthaus bei Darmstadt, gest. 24. August 1856 in Gießen, erhielt seine fachliche Ausbildung zuerst in der Meisterschule seines Vaters, des Forstmeisters Wilhelm H., später 1815 und 1816 auf der Universität Gießen und 1817 auf der Akademie Tharand. Schon 1818 zum Verwalter des Reviers Babenhausen, 1819 zum Revierförster von Lauter mit dem Sitz in Grünberg ernannt, erfolgte 1825 seine Versetzung in gleicher Diensteseigenschaft, sowie zugleich als zweiter Lehrer der Forstwissenschaft nach Gießen und 1829 die Ernennung zum Forstinspektor. Verschiedene dienstliche Unannehmlichkeiten, sowie Dissidien mit Hundeshagen veranlaßten ihn 1831 die Verwaltung der Waldungen des Grafen Erbach-Fürstenau zu übernehmen. Nach Hundeshagens Tod kehrte er 1835 als ordentlicher Professor der Forstwissenschaft und Forstmeister nach Gießen zurück, legte jedoch letztere Stelle 1843 nieder, um sich vollkommen der Wissenschaft und seinem Lehrberufe widmen zu können.

ausgebildet worden war, der **Femelschlagbetrieb**, hat seit 1790 unter dem mächtigen Einfluß der persönlichen und amtlichen Bedeutung G. L. Hartig's und Cotta's eine ungemeine Verbreitung erlangt. Wenn auch ersterer diese Betriebsart nicht erfunden hat, wie häufig angenommen wird, so war er es doch, der die Regeln hiefür, welche sich in der Gegend seiner Heimat und des Beginnes seiner Wirksamkeit seit nahezu 60 Jahren in der Praxis allmählich herausgebildet hatten, kurz zusammenfaßte und bereits 1791 in der 1. Aufl. seiner „Anweisung zur Holzzucht für Förster" einem größeren Publikum vorführte.

Was aber hier nur bei einer bestimmten Holzart, der Buche, sich als zweckmäßig erwiesen hatte, wurde alsbald auch auf die Verjüngung aller Hauptholzarten angewendet.

Begünstigt wurde diese Verbreitung der Hartig'schen Generalregeln dadurch, daß man unter dem Einfluß Burgdorf's auch im norddeutschen Kieferngebiet von dem ursprünglich eingeführten Kahlschlag mit Ueberhalt weniger Samenbäume bereits durch die Verfügungen von 1787 und 1788 zu einem Dunkelschlag übergegangen war. Forstmeister v. Kropff eiferte zwar in seinem Handbuch sehr gegen dieses Wirtschaftssystem, allein ohne besonderen Erfolg, und als Hartig an die Spitze der preußischen Forstverwaltung trat, kamen die Regeln des Femelschlagbetriebes dort zur allgemeinen Anwendung.

In den mittel- und süddeutschen Fichten- und Tannenwaldungen hatte man in den ersten Dezennien des 19. Jahrh. entweder noch eine plänterartige Wirtschaft oder die Verjüngungsweise in schmalen Absäumungen, ging jedoch auch hier im Lauf der Zeit an vielen Orten zum Dunkelschlagbetrieb über.

Die Hartig'schen Generalregeln haben eine hohe Bedeutung für die Verbreitung einer geordneten Forstwirtschaft, denn bei der damaligen Bildungsstufe des Forstpersonals war der Uebergang aus dem regellosen Plänterbetrieb nur durch eine einfache, nicht mißzuverstehende Schablone möglich, welche der individuellen Auffassung einen möglichst geringen Spielraum ließ.

So sehr dieser Umstand anerkannt werden muß, so darf doch andererseits auch nicht übersehen werden, daß die allgemeine Durchführung der genannten Regeln schwere Mißstände mit sich brachte. Die Verdrängung jedes Mischwuchses, namentlich der Eiche, ist ganz wesentlich eine Folge der starren Anwendung dieses Prinzips, noch rascher traten aber die Schattenseiten des Femelschlagbetriebes bei jener Holzart hervor, welche sich, besonders bei ungünstigen Standortsverhältnissen, am wenigsten dafür eignet, nemlich bei der Kiefer.

Hier begann deshalb auch die Opposition gegen die zuweitgehende Anwendung dieser Verjüngungsmethode. Vor allem Pfeil, aber auch andere, wie Raßmann, Schultze u. A., traten zunächst für einen lichten Samenschlag, dann aber nach Verbesserung der Kulturtechnik für **Kahlschlag** und künstliche Verjüngung ein, so daß dieses Verfahren seit 1840 auf dem ausgedehnten Gebiet der norddeutschen Kiefernforste fast allein herrschend wurde.

Trotz der unleugbaren Vorzüge des Kahlschlagbetriebes, namentlich bei extensiver Wirtschaft, hat aber auch diese Methode nicht allen Erwartungen entsprochen, welche man von ihr hegte.

Insektenfraß und Frostschäden gefährdeten die Kulturen, die ungeheure Ausdehnung gleichalter reiner Bestände brachte auch für die älteren Abteilungen schwere Kalamitäten und bot den Angriffen des Windes, der Insekten und Pilze ein riesiges Objekt. Die Verdrängung jedes Mischwuchses hat diese Betriebsweise mit dem streng durchgeführten Femelschlagbetrieb gemeinsam.

Seit der Mitte des 19. Jahrh. machte sich von zwei Seiten eine Reaktion gegen die übertriebene Anwendung beider Betriebssysteme geltend.

Die Reinertragsschule wies auf die geringe Rentabilität derselben infolge ihrer vorwiegenden Begünstigung der Massenproduktion, zu hoher Umtriebe und der durch Nach-

besserungen und Wiederholungen ungemein hohen Kulturkosten hin, aber auch die Praxis blieb gegenüber den verschiedenen Mißständen nicht unthätig. Sie griff wieder auf die älteren Betriebsformen zurück und suchte eine Behandlungsweise der Waldungen zu entwickeln, welche sowohl den finanziellen als auch den technischen Anforderungen vollkommen entspricht.

Neben den erwähnten Hauptbetriebsarten haben sich im 19. Jahrh. noch andere Methoden der Waldbehandlung entwickelt, welche aber meist nur lokale Bedeutung erlangt haben.

Den von G. L. Hartig begründeten Hochwaldskonservationshieb versuchte sein Bruder Ernst Friedrich Hartig [41]) nach 1802 in den Fulda'schen Forsten einzuführen, jedoch ohne günstigen Erfolg.

Bessere Resultate erzielte der durch den Oberforstmeister von Seebach (geb. 1793, gest. 1865) in den dreißiger Jahren am Solling begonnene modifizierte Buchenhochwaldbetrieb.

Nach den Hungerjahren 1816—17 trat der schon im 18. Jahrh. geübte Waldfeldbau wieder in den Vordergrund; Cotta schlug 1819 vor, die Kahlhiebsflächen einige Jahre landwirtschaftlich zu benutzen, fand aber damals lebhafte Opposition bei Pfeil und Hundeshagen. Wenn sich dieses Verfahren auch nicht allgemein einzubürgern vermochte, so hat es sich doch unter bestimmten Verhältnissen und besonders in dicht bevölkerten Gegenden (Rhein-Main-Ebene) als Mittel zur billigen Bestandesbegründung gut bewährt.

Eine extravagante Anwendung des Waldfeldbaues erstrebte der frühere Kameralforstingenieur und spätere Dozent der Forstwissenschaft am Polytechnikum in Prag Christof Liebich (geb. 1783, gest. 1874) sowie seine Anhänger, die sog. Prager Schule. Dieselbe wollte sehr lichte Erziehung der Bestände, landwirtschaftliche Vor- und Zwischennutzung bis zum spätern Schluß der Bestände, sowie Streunutzung.

Die besten Erfolge hat der Compositionsbetrieb für die Erziehung der Eiche und Buche geliefert, wie er sich nun seit fast 50 Jahren im Spessart und Pfälzer Wald ausgebildet hat und hier allgemein zur Anwendung gelangt.

§ 55. Wenn auch die künstliche Bestandesbegründung schon lange bekannt und geübt wurde, so diente sie früher im großen und ganzen doch immer nur mehr zur Ausbesserung von Lücken, die bei der natürlichen Verjüngung geblieben waren, sowie zur Aufforstung von Blößen und Oedflächen; erst im 19. Jahrh. trat sie in größerem Maßstab an die Stelle der Naturbesamung und zwar namentlich dann, als neben dem Femelschlagbetrieb der Kahlschlagbetrieb eine größere Verbreitung gewann.

Wurde zuerst noch vorwiegend die Saat, und zwar mit sehr großen Samenmengen, angewandt, so lernte man zu Beginn der dreißiger Jahre die Vorzüge der Pflanzung, zunächst namentlich mit einjährigen Kiefern, kennen und hat dieses Verfahren eine so ausgedehnte Anwendung gefunden wie keine der übrigen Pflanzmethoden.

Für die Kiefernballenpflanzung hat Karl Heyer 1828 einen sehr praktischen Hohlspaten konstruiert. H. von Beck machte 1833 den Vorschlag, in Pflugfurchen zu pflanzen, welchen Oberförster von Alemann zu Altenplatow durch seine Kiefernklemmpflanzungen weiter ausbildet. Als Erfinder eines eigentümlichen Pflanzverfahrens unter ausgedehnter Verwendung der Rasenasche und des Spiralbohrers ist der preußische Oberförster Biermans (geb. 1800, gest. 1880) bekannt, welcher schon seit 1830 damit arbeitete, sein Verfahren aber erst 1845 weiteren Kreisen bekannt machte.

Von den zahlreichen neueren Pflanzmethoden und Instrumenten mögen noch erwähnt

41) Ernst Friedrich Hartig, geb. 1773 in Gladenbach, gest. 1843 in Fulda, seit 1822 kurhessischer Oberlandforstmeister in Kassel.

werden die von Freiherrn von Buttlar (geb. 1802, gest. 1875) 1845 unter Benützung seines Pflanzeisens ausgebildete Schnellpflanzmethode, sowie die durch Oberforstmeister von Manteuffel (geb. 1799, gest. 1872) seit 1840 in Anwendung gekommene Form der Hügelpflanzung.

§ 56. Wie bezüglich der Bestandesbegründung so hat G. L. Hartig bezüglich der Bestandespflege — Durchforstung und Reinigungshieb — das, was Wissenschaft und Praxis bis zum Ende des 18. Jahrh. entwickelt hatten, gesammelt und zu einem systematischen Abschluß gebracht; er hat auch zuerst den Ausdruck „Durchforstung" gebraucht. Während Hartig bei der Durchforstung nur das vollkommen unterdrückte Holz entfernt wissen wollte, war Cotta viel lichtfreundlicher und lehrt die Wegnahme alles jenen Holzes, „welches dem herrschen sollenden im Wachstum schädlich ist", er läßt es also gar nicht bis zu einer Unterdrückung kommen.

Die goldene Regel der Durchforstung „früh, oft und mäßig" rührt von Carl Heyer her, König betonte zuerst die große finanzielle Bedeutung der Durchforstungen durch Hebung des „Mehrungsprozentes", indem durch dieselbe der Massengehalt gemindert und der Zuwachs gesteigert werde.

Obwohl die Lehre von den Durchforstungen von allen Schriftstellern des Waldbaues eingehend gewürdigt wurde und fast allseitig durchgebildet ist, steht doch aus mehrfachen Gründen die Praxis hier weit hinter der Theorie zurück.

Für eine „Waldpflege" d. h. für Maßregeln, welche die Pflege der Waldbodengüte, des Waldwuchses und der Waldschönheit erzielen, trat zuerst König 1849 ein.

Die schon am Schluß des Mittelalters bekannte Aufastung hat in neuester Zeit zuerst wieder in den französischen Mittelwaldungen durch Courval und Des Cars, dann aber auch in Deutschland durch Theodor Hartig[42]), Nördlinger und Preßler eine besondere Förderung gefunden. Die notwendigen pflanzenphysiologischen Grundlagen für eine weitere Entwicklung dieses Verfahrens wurden durch Göppert und Robert Hartig geschaffen.

§ 57. Auf dem Gebiete der Betriebsregulierung hat das 18. Jahrh. ebenso wie auf jenem des Waldbaues die Fundamente gelegt, auf welchen die beiden Koryphäen zu Beginn des 18. Jahrh., Hartig und Cotta, weiterarbeiteten. Wahrscheinlich angeregt durch Kregting hat Hartig die Methode der Massenteilung in „seiner Anweisung zur Taxation der Forsten" 1795 weiter ausgebildet und zu den bereits vorhandenen Bausteinen noch die Gleichstellung der periodischen Massenerträge gefügt, welcher er sowohl das normale Hiebsalter der Bestände als die Flächengleichheit der Perioden opferte. Wegen der Zunahme des Holzbedarfs wünschte H. jedoch für die späteren Perioden allmählich steigende Erträge, er hielt dasjenige Abtriebsjahr für die richtige Umtriebszeit, in welchem sich der höchste Durchschnittsertrag mit Rücksicht auf den Wert der Erzeugnisse ergiebt.

Im Gegensatz zu Hartig stützte sich Cotta vorwiegend auf die Fläche stattete die einzelnen Fache nicht mit gleichen Erträgen, sondern mit gleicher Fläche aus und nannte deshalb seine Methode Flächenfachwerk, während das Hartig'sche Verfahren als Massenfachwerk bezeichnet wird. Cotta war dabei von der Ansicht geleitet, daß sich weder der dermalige Holzvorrat mit aller Genauigkeit bestimmen noch auch der Zuwachs eines Waldes nach ganz sicheren Voraussetzungen berechnen lasse. Im Anfang drückte er seinen Abnützungssatz noch in Fläche und Masse aus, gieng später aber immer mehr zum reinen Flächenfachwerk über.

Hartig sowohl als Cotta führten ihre Berechnungen für die ganze Umtriebszeit durch, doch legte letzterer schon bedeutenden Wert auf die periodischen Revisionen des Waldstandes.

---

42) Theodor Hartig, Dr. phil., geb. 1805 in Dillenburg, gest. 1880 in Braunschweig, 1831 Dozent und 1835 außerordentl. Professor an der Universität Berlin, 1838 folgte er einem Rufe als Prof. der Forstwissenschaft nach Braunschweig und trat gleichzeitig als Forstrat in die Forstdirektion daselbst ein.

Klipstein [43]) machte dann den Vorschlag, die speziellen Ertragsberechnungen blos noch für die nächsten Perioden vorzunehmen, die späteren dagegen nur mehr summarisch zu berücksichtigen.

Die Methode Cotta's bildet die Hauptgrundlage des sog. kombinierten Fachwerkes, welches sich bald mehr dem Massen-, bald mehr dem reinen Flächenfachwerk nähert.

Von ganz anderen Gesichtspunkten als die Fachwerksmethoden gehen die rationellen oder Normalvorrathsmethoden aus, welche den Schwerpunkt der Betriebsregulierung in die Ertragsberechnung legen und den Hiebssatz mit Hilfe einer als Wegweiser dienenden Formel berechnen.

Die älteste derartige Methode gieng aus dem, 1788 für die Zwecke der Waldwertberechnung erschienenen österreichischen Hofkammerdekret (vgl. § 45), und zwar wahrscheinlich zu Beginn des 19. Jahrh. hervor. 1811, wo die sog. Kameraltaxationsmethode (in André's ökonomischen Neuigkeiten) zuerst vorkommt, ist von ihr, als von etwas Bekanntem die Rede. Die in der früher angegebenen Weise ermittelte Differenz zwischen wirklichem und Normalvorrat soll auf die Umtriebszeit verteilt werden.

Eine Verbindung der von Paulsen (geb. 1748 zu Uslar, später Lippe-Detmold'scher Oberförster, gest. 1825) in einer 1795 anonym erschienenen Schrift entwickelten Ideen mit den bereits in der Kameraltaxationsmethode verwerteten Begriffen „Normalvorrat" und „wirklicher Vorrat" stellt die Hundeshagen'sche Methode dar.

H. hat sich große Verdienste um die Klarlegung von „Normalvorrat" und „Normalertrag erworben. Er war auch der erste, welcher sein Verfahren als das „rationelle" bezeichnete, wodurch sich der Name „rationelle Methoden" auf alle Normalvorratsmethoden allmählich übertrug.

Aehnliche Verfahren wurden publiziert durch den kgl. bair. Salinen-Forstinspektor Huber [44]) 1812 bezw. 1823, ferner durch den fürstl. Sigmaringen'schen Forstrat Karl (geb. 1796 zu Sigmaringen, gest. 1885 daselbst) 1838 und 1851, den bairischen Forstmeister Martin 1836, sowie durch Professor Breymann 1855 [45]).

Eine sehr interessante Normalvorratsmethode hat Carl Heyer in seiner Waldertragsregelung 1841 gelehrt; dieselbe hält nicht starr an einer mathematischen Formel fest, sondern räumt dem wirtschaftlichen Ermessen einen größeren Spielraum ein und verlangt den Entwurf eines Wirtschaftsplanes.

Die Reinertragstheorie hat auch in den Prinzipien der Betriebsregulierung eine neue Richtung angebahnt, indem bei ihr nicht der Gesammtzustand des Waldes, sondern die Hiebsreife des einzelnen Bestandes im Sinne des Weiserprozentes für die Bestimmung des Fällungsquantums maßgebend ist. Doch ist auch hier ein allgemeiner Rahmen nötig, innerhalb dessen sich der Betrieb bewegt; ein solcher ergiebt sich durch den nach der finanziellen Umtriebszeit bemessenen Jahresschlag.

Von den verschiedenen Methoden zur Betriebsregulierung haben die beiden Fachwerksmethoden und das sog. kombinierte Fachwerk in der Praxis die größte Verbreitung gefunden, nur in Baden wurde 1869 die C. Heyer'sche Methode eingeführt, während die sächsische Staatsforstverwaltung seit der Mitte der 1860er Jahre der Reinertragstheorie einen bestimmenden Einfluß auf die Forsteinrichtung eingeräumt hat.

§ 58. Der gewaltige Umschwung der volkswirtschaftlichen Anschauungen zu Anfang

---

43) Philipp Engel von Klipstein, Dr. phil. h. c., geb. 1777, gest. 1866, von 1823 bis 1848 Direktor der Oberforstdirektion zu Darmstadt.

44) Franz Xaver Huber, geb. 1769 zu Hamer, Forsttaxator und zuletzt Salinenforstinspektor, gest. 1842 zu Reichenhall.

45) Karl Breymann, geb. 1807 zu Salzburg, gest. 1870 in Mariabrunn, wo er seit 1852 als Professor der Forstmathematik thätig war.

des 19. Jahrh. hat auch auf dem Gebiet der Forstpolitik einen Bruch mit dem System der polizeilichen Bevormundung herbeigeführt.

Unter dem Einfluß der Adam Smith'schen Theorien ist eine große Anzahl veralteter Zwangsmaßregeln gefallen, wobei allerdings nicht selten ein Umschlag in das andere Extrem eintrat.

Gänzlich beseitigt wurde diejenige Gruppe von Verordnungen, welche eine Beschränkung des Verkehrs mit Forstprodukten, sowie der natürlichen Preisbildung bezweckten; ihre letzten Schranken sind mit der Errichtung des deutschen Zollvereines gefallen.

Ebenso hat die Aufsicht über die Gemeinde- und Privatwaldungen im 19. Jahrh. einen wesentlich anderen Charakter angenommen, wenn auch für die fernere Gestaltung derselben innerhalb der einzelnen Staaten natürlich der historische Entwicklungsgang und das Verhältnis am Schluß des 18. Jahrh. maßgebend geblieben sind.

Von der nun modernen Gesetzgebung werden die Städte und Landgemeinden als besondere Körperschaften mit einem genau begrenzten Kreis von Rechten und Pflichten anerkannt, zu ersteren gehört insbesondere die Verwaltung ihres Vermögens und damit auch der etwa hierunter befindlichen Waldungen.

Ueber diesen Wirkungskreis der Gemeinden übt der Staat eine Oberaufsicht, welche in den verschiedenen Ländern ungleich stark ist.

Was speziell die staatliche Einwirkung auf die Bewirtschaftung der Gemeindewaldungen betrifft, so haben sich hiebei in Anlehnung der historischen Verhältnisse und im Zusammenhang mit dem jeweils den Gemeinden eingeräumten Maß der Selbstverwaltung drei Systeme herausgebildet: 1. Die volle Bewirtschaftung der Gemeindewaldungen durch Staatsforstbeamte, 2. Die spezielle Aufsicht des Staates auf die Bewirtschaftung der Gemeindewaldungen und Sicherstellung der Betriebsleitung durch befähigte Beamte, 3. völlige Freiheit der Gemeindewaldwirtschaft innerhalb der die Benutzung des Gemeindevermögens regelnden allgemeinen gesetzlichen Bestimmungen.

Bei der Wandlung, welche in neuester Zeit die Anschauung über das Verhältnis der Zwangsgemeinwirtschaften zum staatlichen Organismus und die Bedeutung der Waldungen erfahren hat, wird nunmehr auch da, wo der Gemeindeforstwirtschaft eine sehr weitgehende Freiheit eingeräumt war, ein höheres Maß der staatlichen Einwirkung erstrebt (Preuß. Ges. v. 14. VIII. 1876 betr. die Verwaltung der den Gemeinden und öffentlichen Anstalten in den östlichen Provinzen gehörigen Waldungen).

Noch vollkommener als bezüglich der den juridischen Personen gehörigen Waldungen ist die Befreiung von der staatlichen Bevormundung bei den Privatwaldungen in den ersten Dezennien des 19. Jahrh. gesetzlich oder doch wenigstens faktisch erfolgt.

Die schlimmen Folgen hievon traten jedoch bald so fühlbar durch die immer weiter um sich greifende Devastation der Waldungen hervor, daß man schon frühzeitig (in Preußen z. B. schon 1821) wieder eine Abhilfe zu schaffen suchte.

Die Frage bezüglich des Maßes der Staatsaufsicht über die Privatforstwirtschaft bekam einen ganz veränderten Charakter, seitdem sich die Kenntnis von der klimatischen Bedeutung des Waldes und der Begriff der „Schutzwaldungen" Bahn gebrochen hatten. Jetzt war wenigstens theoretisch die Grenze gegeben, bis zu welcher das Interesse der Allgemeinheit eine Beschränkung der individuellen Freiheit zu fordern berechtigt ist. Die erste praktische Anwendung dieser Begriffe versuchte das bayrische Forstgesetz von 1852, ferner das preußische Gesetz von 1875, das württembergische von 1879, allein die Beantwortung der Fragen, was ein Schutzwald ist und wie der Schutz der allgemeinen Interessen am besten zu bewerkstelligen, ob durch Bevormundung oder durch Expropriation harren noch ihrer vollkommenen Lösung.

An die Stelle der übrigen polizeilichen Vorschriften zur Hebung der Forstwirtschaft,

sind im 19. Jahrh. zahlreiche Maßregeln der Wirtschaftspflege durch Förderung des Unterrichts, Verbesserung der Verkehrsmittel, Regelung der Eisenbahntarife, Gestaltung der Zolltarife ꝛc. getreten, deren nähere Besprechung dem Abschnitt „Forstpolitik" vorbehalten bleiben muß.

§ 59. Trotz der Fortschritte, welche die Organisation der Forstverwaltung gegen das Ende des 19. Jahrh. wenigstens in den größeren Staaten gemacht hatte, blieben doch verschiedene Uebelstände: das Ueberwuchern der Jagd, Vorherrschen des Adels in den oberen Stellen, die mangelhafte Vorbildung und ungenügende Bezahlung noch lange, besonders in den Kleinstaaten, bestehen. Erst gegen die Mitte des 19. Jahrhunderts trat hierin eine durchgreifende Besserung ein, und besitzt nunmehr der Forstverwaltungsbeamte so ziemlich überall jene Stellung, welche ihm vermöge seiner den übrigen Beamten gleichen Vorbildung und als Verwalter eines so wichtigen Teiles des Nationalvermögens zukommt.

Mit den mangelhaften Kenntnissen der Beamten und der extensiven Bewirtschaftungsweise der Waldungen hing es auch zusammen, daß die eigentliche Verwaltung fast bis in die neueste Zeit in Anordnung und Vollzug geteilt blieb, d. h. daß das sog. Revierförstersystem (s. den Abschnitt „Forstverwaltung") bestand und der eigentliche wirtschaftende d. h. der vollziehende Beamte noch bis vor wenigen Dezennien auch am Forstschutz teilzunehmen hatte. (In Baiern z. B. erfolgte die Trennung von Verwaltung und Schutz erst 1853.)

Die Besoldungen der Forstbeamten wurden in der Neuzeit fixiert und auf eine den übrigen Beamtenkategorien entsprechende Höhe gebracht. Die verschiedenen Accidentien, Tantièmen, Anzeigegebühren ꝛc., welche früher den Hauptteil des Einkommens ausmachten, wurden gänzlich beseitigt und auch die infolge der besonderen Verhältnisse gebotenen Naturalbezüge z. B. Wohnung formell besser behandelt.

§ 60. Trotz der durchgreifenden Aenderungen, welche das allgemeine Strafrecht im 19. Jahrh. erfahren hat, ist doch bezüglich des Forststrafrechtes die bis in die Zeit der Volksrechte zurückreichende Anschauung, daß das Holz, solange es noch nicht vom Boden getrennt, keine fremde bewegliche Sache sei, durch deren unbefugte Wegnahme ein Diebstahl begangen wird, bestehen geblieben.

Für die leichteren Eingriffe und rechtswidrigen Handlungen am Wald gelten auch jetzt noch Spezialgesetze, nur für die schwereren Fälle finden die Normen des allgemeinen Strafrechts Anwendung.

Erst die neuesten Forststrafgesetze fangen an, die Entwendung von Forstprodukten als „Diebstahl" zu bezeichnen, die älteren behandeln sie noch alle als „Frevel."

Die Strafen sind gewöhnlich primäre Geldstrafen, welche in einem bestimmten Verhältnis zum Wert des entwendeten Objektes stehen und im Fall der Uneinbringlichkeit durch Haft oder Strafarbeit ersetzt werden. In schwereren Fällen ist Freiheitsstrafe schon in erster Linie angedroht.

Vor dem Jahre 1848 stand die Aburteilung der Forstfrevel ebenso wie jene der übrigen Polizeivergehen noch den verschiedenen Patrimonial- und Polizeigerichten, sowie selbst Administrativbehörden zu. Erst seit 1879 (in welchem Jahr auch die bis dahin bestandene Jurisdiktion der württembergischen Forstämter erlosch) ist durch das neue Gerichtsverfassungsgesetz die Rechtssprechung in Forststrafsachen allgemein an die ordentlichen, staatlichen Gerichte übergegangen.

§ 61. Im 19. Jahrh. hat die **Forstwissenschaft**, ebenso wie ihre Hülfswissenschaften und damit auch die forstliche Litteratur einen gewaltigen Aufschwung genommen.

Schon am Schluß des 18. Jahrh. traten neben den Enzyklopädien der Kameralisten solche auf, welche von Forstmännern geschrieben waren (Burgsdorf, Forsthandbuch 1788 und 1796), seit Beginn des 19. Jahrh. verschwanden erstere vollständig, dagegen behandelten zunächst auch die forstlichen Autoren noch das ganze Wissensgebiet vorwiegend enzyklopädisch[46]), doch erschienen bereits um das Jahr 1800 die ersten Spezialwerke über

einzelne Disziplinen, z. B. G. L. Hartigs „Anweisung zur Holzzucht für Förster“, 1791 und seine „Anweisung zur Taxation der Forste“ 1795, ferner Cottas „systematische Anleitung zur Taxation der Waldungen“ 1804. Letztere Behandlungsweise ist bis in die neueste Zeit herein die vorherrschende geblieben.

Erst etwa um die Mitte des 19. Jahrh. begann die monographische Behandlung einzelner kleinerer Gebiete (z. B. Grebe, die Buchenhochwaldwirtschaft), welche in verschiedenen Fällen z. B. beim Wegbau, der Holzmeßkunde, Forstgeschichte ꝛc. dazu führte, daß diese sich zu selbständigen Disziplinen erweiterten.

§ 62. Neben den beiden Hauptgebieten des Waldbaues und der Forsteinrichtung, auf welche sich wegen ihrer eminenten praktischen Bedeutung die Thätigkeit am meisten konzentrierte, hat die mathematische Richtung der Forstwissenschaft im 19. Jahrh. höchst bedeutende Fortschritte zu verzeichnen.

In der Forstvermessung hat bereits Däzel die polygonometrische Methode und die Anwendung des Theodoliten empfohlen und praktisch gezeigt. Hartig und Cotta behandelten in ihren Anleitungen zur Forsttaxation auch die Forstvermessung, und als in den einzelnen Staaten das Forsteinrichtungswesen geordnet wurde, erfolgte in der Regel gleichzeitig der Erlaß von Vorschriften für Vermessung und Kartierung.

Spezielle Werke über Forstvermessung haben u. A. Ernst Friedrich Hartig, Franz Baur und Kraft geschrieben.

An die Arbeiten des 18. Jahrh. auf dem Gebiet der Holzmeßkunde reihten sich zunächst die Untersuchungen von Hoßfeld[47]), König und Preßler, über die Ermittlung der Masse einzelner Stämme und ganzer Bestände. Die ersten Massentafeln wurden von Cotta 1804 aufgestellt, allein, abgesehen von den meisten neueren derartigen Arbeiten, haben nur die baierischen Massentafeln, welche 1846 erschienen sind, wissenschaftlichen Wert und praktische Bedeutung.

Ungleich schwieriger als die Bestimmung der jetzigen Masse sind die Untersuchungen über den Zuwachsgang der Bäume und Bestände, sowie die Ermittlung des künftigen Ertrages.

Späth[48]) konstruierte bereits 1796 Ertragskurven (von ihm „Logistik“ genannt), und Seutter[49]) machte den Versuch, auf dem Weg der Stammanalysen eine Ertragstafel herzustellen.

Obwohl in dieser Richtung die hervorragendsten Gelehrten: Hartig, Cotta, Hundeshagen, Pfeil, Preßler, Burckhardt[50]) C. und G.[51]) Heyer, Th. und R. Hartig gearbeitet haben und in der neuesten Zeit auf Grund der Erhebungen der forstlichen Versuchsanstalten mehrere Ertragstafeln aufgestellt worden sind, so ist doch dieser Gegenstand noch immer ein seiner vollständigen Lösung harrendes Problem.

Das ganze Gebiet der Holzmeßkunde ist bereits mehrfach systematisch in Lehrbüchern

---

46) Däzel, Anleitung zur Forstwissenschaft 1802 und 1803, Hartig, Lehrbuch für Förster 1808, Egerer, Die Forstwissenschaft 1812 u. 1813, Hundeshagen, Enzyklopädie der Forstwissenschaft 1821 u. 1822 u. A. m.

47) Johann Wilhelm Hoßfeld, geb. 1768 zu Oepfershausen (Meiningen), gest. 1837 als Lehrer der Mathematik an der Forstakademie zu Dreißigacker.

48) Johann Leonhard Späth, Dr. phil, geb. 1759 zu Augsburg, Professor der Mathematik, Physik und Forstkunde an der Universität Altdorf, später in München, wo er 1842 starb.

49) Johann Georg von Seutter, Freiherr von Litzen, geb. 1769 in Altheim bei Ulm, gest. 1833 in Ludwigsburg, Forstmeister der Reichsstadt Ulm, später (1817) Direktor des württemb. Forstrats zu Stuttgart und seit 1824 Direktor der Finanzkammer zu Ludwigsburg.

50) Heinrich Christian Burckhardt, Dr. jur. u. Dr. oec. publ., geb. 1811 zu Adelebsen (Solling), gest. 1879 in Hannover, langjähriger und hochverdienter Chef des hannöverischen Forstwesens.

51) Gustav Heyer, Dr. phil., geb. 11. März 1826 zu Gießen, gest 10. Juli 1883 in der Amper bei Fürstenfeldbruck, 1853 außerordentlicher, 1857 ordentlicher Professor der Forstwissenschaft an der Universität Gießen, 1868 Direktor der Forstakademie Münden, 1878 Professor der Forstwissenschaft an der Universität München.

behandelt worden, so von Smalian [52]) 1837 und Klauprecht [53]) 1842, in neuester Zeit von Baur und Kunze.

Die sich fortwährend mehrenden Besitzveränderungen am Waldeigenthum, namentlich in Folge der Staatswaldverkäufe und Servitutablösungen, sowie die Forstgrundsteuerveranlagung boten in der Neuzeit viele Anregung, das Verfahren der Waldwertberechnung zu vervollkommnen.

Große Meinungsverschiedenheit bestand lange Zeit über die Art der Zinsenberechnung bei der Waldwertberechnung und ist über diesen Gegenstand von dem Schreiben der Feldjäger Bein und Eyber 1801 bis in die Gegenwart herein eine reiche Litteratur entstanden.

Anfangs beschäftigte man sich nur mit der Berechnung des Wertes von solchen Waldungen, die im Nachhaltsbetrieb bewirtschaftet wurden, und betrachtet dann die kapitalisierte, jährliche Nettorente als den Verkaufswert.

Hoßfeld war der erste, welcher den Uebergang zur Ermittlung des Wertes von im aussetzenden Betrieb bewirtschafteten Waldungen anbahnte, indem er sagte, daß man alle Einnahmen, die aus dem Wald zu erwarten sind, bestimmen müsse, um sie durch Diskontierung der Zinsen bis zu der Zeit, wo sie eingehen, auf ihren gegenwärtigen Wert zu reduzieren, so daß die dafür zu zahlende Kaufsumme zu der Zeit, wo die Einnahme vom Wald eingehen wird, mit zugeschlagenen Zinsen gleich groß sei, wie dieser. Hundeshagen lehrte dann, daß sich der Geldwert eines Waldes zusammensetze aus dem Betrag seines Boden- und Materialkapitales.

Außer den Arbeiten von König sind für die Bestimmung des Bodenerwartungswertes die Untersuchungen Faustmanns, für den Bestandeswert jene von Oetzel, für das Verhältnis von Bestandeskosten- und Bestandesverbrauchswert Aufsätze von Bose grundlegend gewesen.

Der mathematische Teil der Waldwertberechung hat seine vollständigste systematische Bearbeitung durch G. Heyer erfahren.

§ 63. Die Untersuchungen über den wirtschaftlichen Effekt der bisherigen Produktionsweise hat zuerst Pfeil angeregt, indem er 1822 darauf hinwies, daß die Erzielung der größten Bodenrente die Aufgabe der Forstwirtschaft sei, allein als der eigentliche Begründer der forstlichen Statik ist doch erst Hundeshagen zu betrachten, welcher sich 1828 im 2. Teil der 2. Auflage seiner Enzyklopädie der Forstwissenschaft ausführlich mit derselben befaßt.

König und Faustmann arbeiteten zwar hier weiter, indessen gelang es doch erst Preßler's energischem Vorgehen, die Erforschung der Rentabilität der Wirtschaft zur brennendsten forstlichen Tagesfrage zu erheben, G. Heyer hat das für solche Untersuchungen anzuwendende Rechnungsverfahren in vorzüglicher Weise ausgebildet.

Ueber die Richtigkeit der „Reinertragslehre“ und die Möglichkeit der Anwendung ihrer Konsequenzen für die Wirtschaft ist eine außerordentlich lebhafte litterarische Fehde entbrannt, wobei als ihre Vertreter neben den oben genannten namentlich Judeich, Lehr, v. Seckendorf, Krafft aufgetreten sind, während, besonders anfangs, eine Reihe der hervorragendsten forstlichen Autoritäten wie: Pfeil, Burckhardt, Grebe, Danckelmann, Fischbach, Baur, Borggreve u. a. m. diese Lehre mit großer Schärfe bekämpften.

Um die Materialien für eine richtige Rentabilitätsberechnung zu schaffen, hat schon

52) Heinrich Ludwig Smalian, geb. 1785 zu Lohra (Harz), zuletzt Oberforstmeister zu Stralsund, wo er 1848 starb.

53) Johann Ludwig Joseph Klauprecht, Dr. phil., geb. 1798 zu Mainz, 1827 Privatdozent und 1832 außerordentlicher Professor in Gießen, 1834—1867 Professor und Forstrat am Polytechnikum zu Karlsruhe, dessen Direktor er von 1848—1857 war, gest. 1883 in Karlsruhe.

54) Martin Faustmann, geb. 1822 zu Gießen, gest. 1876 als Oberförster zu Babenhausen.

C. Heyer 1845 in seinem „Aufruf zur Bildung forststatistischer Vereine“ die Anstellung exakter Versuche gefordert. Durch verschiedene Umstände hatte sein Streben zunächst nur geringen Erfolg, allein er hat doch den ersten Anstoß zur Gründung der forstlichen Versuchsanstalten gegeben, welche sich seit 1873 im Verein deutscher forstlicher Versuchsanstalten zu gemeinsamer Arbeit verbunden haben, um die Bausteine für das große Unternehmen herbeizuschaffen. Näheres hierüber findet sich im II. Abschnitt.

§ 64. Als Förderer der Forstbotanik sind aus den ersten Dezennien des 19. Jahrh. zu nennen: Walther[55]), Borkhausen[56]), Reum[57]) und in geringerem Maß Bechstein[58]).

Auf physiologischem Gebiet war außer Cotta damals nur Christian Friedrich Mayer thätig[59]).

Von den späteren Forstbotanikern haben sich Willkomm, Göppert und besonders Theodor Hartig sowohl in der deskriptiven Botanik als namentlich auch auf dem Gebiet der Anatomie und Physiologie hervorragende Verdienste erworben, während die so ungemein wichtige Pathologie erst durch Robert Hartig epochemachende Bearbeitung erfahren hat.

Die neueren Fortschritte in der forstlichen Zoologie, besonders in der für den Forstmann so wichtigen Entomologie, gingen aus von: Bechstein, Ratzeburg[60]), Taschenberg, Altum und Eichhoff. Auch Th. Hartig hatte sich anfangs eine zeitlang der Entomologie zugewendet, ferner ist noch Döbner hier als verdienter Forscher und Schriftsteller zu nennen.

Von einer wissenschaftlichen und fruchtbringenden Anwendung der Chemie und Bodenkunde für die Forstwirtschaft konnte erst seit den bahnbrechenden Forschungen Liebig's die Rede sein. Die älteren Arbeiten von Krutzsch[61]), Behlen[62]) und Hundeshagen sind deshalb ohne besonderen Wert, auch die Bücher von G. Heyer und Grebe sind nunmehr ziemlich veraltet. Erst durch Senft, dann aber in hervorragender Weise durch Ebermayer, Schröder und Weber sind exakte Forschungen auf diesem Gebiet begonnen worden.

Das Gleiche gilt von den Untersuchungen der klimatischen Einflüsse des Waldes.

§ 65. Am spätesten entwickelte sich die nationalökonomische Seite der Forstwissenschaft. Man bezeichnete dieselbe früher gewöhnlich als „Staatsforstwirtschaftslehre“ oder gemeinschaftlich mit der Organisation des Forstverwaltungsdienstes als „Forstdirektionslehre“. Hier hielten die Kameralisten, wie Schmalz, Soden, Murhard, Lotz, Hazzi, am längsten die Verbindung mit der Forstwissenschaft aufrecht, während die technische Seite derselben schon längst ausschließlich von Forstleuten bearbeitet wurde. Infolge ihres Bildungsganges, und da sie der forstlichen Praxis ferne standen, huldigten sie fast ausnahmslos der Freihandelstheorie und forderten Veräußerung der Staatswaldungen sowie völlige Freigabe der Gemeinde- und Privatforstwirtschaft, nur wenige, wie z. B. Sartorius, nahmen eine vermittelnde Stellung ein.

---

55) Friedrich Ludwig Walther, Dr. phil., geb. 1759 zu Schwaningen (bei Ansbach), gest. 1824 als Professor der Kameralwissenschaft zu Gießen.

56) Moritz Balthasar Borkhausen, geb. 1760 zu Gießen, zuletzt Kammerrat zu Darmstadt, wo er 1806 starb.

57) Johann Adam Reum, Dr. phil., geb. 1780 zu Altenbreitungen (Meiningen), Professor der Mathematik und Forstbotanik an der Forstakademie Tharand, gest. 1839 daselbst.

58) Johann Matthäus Bechstein, Dr. phil., geb. 1757 zu Waltershausen (Gotha), gest. 1822 zu Dreißigacker als Direktor der dortigen Forstakademie.

59) Johann Christian Friedrich Mayer, Dr. phil., geb. 1777 zu Eisenach, längere Zeit forstlicher Lehrer in Zillbach und Dreißigacker, zuletzt Regierungs- und Kreisforstrat in Ansbach, wo er 1854 starb.

60) Julius Theodor Christian Ratzeburg, Dr. med., geb. 1801 in Berlin, gest. 1871 daselbst, von 1831—1869 Professor und Lehrer für sämmtliche Naturwissenschaften an der Forstakademie Eberswalde.

61) Karl Leberecht Krutzsch, geb. 1772 in Wünschendorf bei Lengefeld (Erzgebirg), gest. 1852 in Tharand, wo er von 1814—1849 als Lehrer für Naturwissenschaften thätig war.

62) Stephan Behlen, geb. 1784 in Fritzlar, gest. 1847 in Aschaffenburg, 1821—1832 Professor der Naturgeschichte an der Forstschule Aschaffenburg.

Die hieher gehörigen forstlichen Schriftsteller, G. L. Hartig, Seutter, Meyer, Laurop[63]), Späth, standen dagegen auf dem Boden fast absoluter polizeilicher Bevormundung. Nur Pfeil war, wie bereits oben (§ 53) erwähnt wurde, wenigstens anfangs entgegengesetzter Ansicht, änderte dieselbe jedoch später.

Nach dem Aussterben der älteren noch kameralistisch gebildeten Generation ist, namentlich infolge der lange Zeit höchst ungenügenden volkswirtschaftlichen Vorbildung der Forstleute, auf dem Gebiet der Forstpolitik ziemlicher Stillstand eingetreten, und auch die moderne Richtung der Nationalökonomie mit ihrer gerade für die Forstpolitik so wichtigen Auffassung der Stellung und Aufgaben des Staates hat in der forstlichen Litteratur noch viel zu wenig Beachtung gefunden.

Als Schriftsteller, welche dieses Gebiet systematisch bearbeitet haben, sind hervorzuheben: Seutter, G. L. Hartig, Laurop, Pfeil und Albert.

§ 66. Die nächste Stufe des forstlichen Unterrichts nach Ueberwindung der Meisterschule, deren zu Anfang unserer Periode noch eine Reihe begründet wurde (Kemnote 1795, Gernsbach 1795, Fulda 1808 u. a. m.), ist durch die isolierte Fachschule charakterisiert. Diese entwickelte sich in einzelnen Fällen durch Vermehrung der Lehrkräfte aus der Meisterschule, so in Tharand und Ruhla, andere wurden von Privaten als solche gegründet (Aschaffenburg 1807, Stuttgart 1807), manche Fachschulen endlich wurden unmittelbar von seite des Staates in's Leben gerufen (Waldau 1798, Hohenheim 1820), während die beiden ersten Formen im Lauf der Zeit ebenfalls zu Staatsanstalten erhoben wurden.

Die organische Verbindung des forstlichen Unterrichts mit einer Universität wurde zuerst in Gießen (1831) und dann in München 1878 und Tübingen 1881 durchgeführt. An technischen Hochschulen wurde der forstliche Unterricht erteilt in Karlsruhe seit 1832 und in Braunschweig seit 1838. (Näheres hierüber vgl. Abschn. II).

§ 67. Der erste Versuch, durch eine Vereinigung zu gemeinsamer Arbeit und gegenseitigem Meinungsaustausch die Forstwissenschaft zu fördern, war in der von Bechstein 1796 zu Waltershausen begründeten und 1800 nach Dreißigacker verlegten „Societät der Forst- und Jagdkunde" gemacht worden. Es war dieses aber kein Forstverein im heutigen Sinne, sondern nur eine Erweiterung der Bechstein'schen Lehranstalt zu einer Akademie gelehrter Forstmänner; dieselbe bestand bis 1843, fristete aber schon seit 1820 nur mehr ein kümmerliches Leben.

Der erste Lokalverein war der 1820 gegründete „Verein der nassauischen Land- und Forstwirte", an welchen sich im Lauf der Zeit noch 24 Lokalvereine und Wanderversammlungen angeschlossen haben.

Als Vereinigungspunkt der Forstwirte aus ganz Deutschland diente lange Zeit die seit 1837 bestehende „Versammlung deutscher Land- und Forstwirte".

Ein allgemeiner deutscher Forstverein ist in Form einer Wanderversammlung aus der 1839 auf Veranlassung des Freiherrn von Wedekind[64]) gegründeten Wanderversammlung süddeutscher Forstwirte hervorgegangen, als dieser Verein auf seiner 20. Versammlung im Jahr 1869 den Beschluß faßte, sich in eine Versammlung deutscher Forstmänner umzuwandeln.

§ 68. Seit 1790 entstanden zahlreiche forstliche Journale, von denen die meisten nur ein kurzes Dasein führten. Von den inzwischen wieder eingegangenen Journalen sind besonders hervorzuheben: die „Kritischen Blätter" von Pfeil 1823—1859, sodann von Nördlinger bis 1870 fortgesetzt; ferner die nicht streng periodische Zeitschrift „Aus dem Walde"

---

63) Christian Peter Laurop, geb. 1772 in Schleswig, gest. 1858 in Karlsruhe, 1807—1842 Oberforstrat und Mitglied der forstlichen Zentralstelle in Baden, von 1832—1847 Lehrer der Forstwissenschaft am Polytechnikum in Karlsruhe.

64) Georg Wilhelm Freiherr von Wedekind, geb. 1796 in Straßburg, gest. 1856 in Darmstadt, 1821 großh. hessischer Oberforstrat, 1848 geheimer Oberforstrat, 1852 pensioniert.

von Burckhardt, wovon seit 1865, inkl. des nach seinem Tode erschienenen Bandes, 10 Bände herausgegeben wurden.

Auch die gegenwärtig noch existierenden Zeitschriften haben mannigfaltigen Wechsel nicht nur in der Redaktion, sondern auch in der Bezeichnung erfahren. Die älteste derselben ist die „Allgemeine Forst- und Jagdzeitung“, begründet 1825 durch Behlen und bis 1846 von diesem redigiert, von 1847—1855 leitete Wedekind, 1856 K. und G. Heyer, 1856—1877 G. Heyer und 1878 in Verbindung mit Lehr und Lorey, seitdem letztere beide allein die Herausgabe.

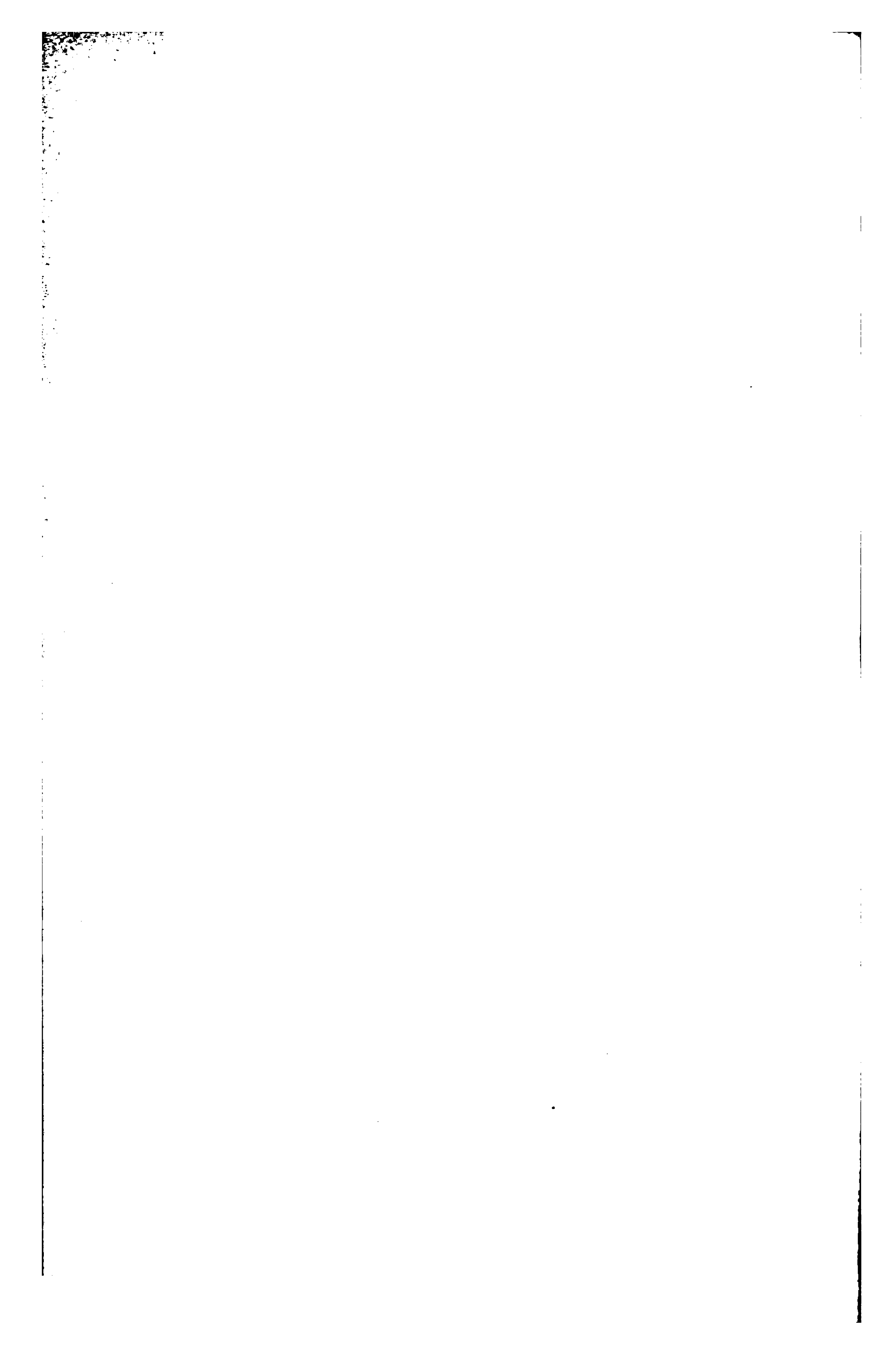
Das „Tharander forstliches Jahrbuch“ (1842 als „Forstwirtschaftliches Jahrbuch“ begründet) wurde 1846—1866 von Freiherrn von Berg, seitdem von Judeich herausgegeben. Die Danckelmann'sche „Zeitschrift für Forst- und Jagdwesen“ erscheint seit 1869, bis 1879 in Vierteljahrsheften, seit 1. Juli 1879 monatlich.

Die „Forstlichen Blätter“ wurden 1861—1872 von Grunert, von da bis 1877 in Verbindung mit Leo und seitdem mit Borggreve herausgegeben.

Das seit 1879 unter der Redaktion von Baur erscheinende „Forstwissenschaftliche Zentralblatt“ ist eine Fortsetzung der früheren „Monatsschrift für das Forst- und Jagwesen“.

In Wien erscheint seit 1875 das „Zentralblatt für das gesamte Forstwesen“. Die Redaktion wurde anfangs von Micklitz und Hempel, von 1877—1883 durch Hempel allein und seitdem von Seckendorff geführt, während Hempel seit 1883 die erste forstliche Wochenschrift, die „Oesterreichische Forstzeitung“, herausgibt.

Forstliche Produktionslehre.



IV.

Forstliche Standortslehre.

Von

E. Ramann.

Litteratur. Schübler, Grundsätze der Agrikulturchemie 1838. Mulder, Chemie der Ackerkrume. Berlin 1863. Fallou, Pedologie. Dresden 1862. Heyer, Forstliche Bodenkunde und Klimatologie. Erlangen 1856. Senft, Gesteins- und Bodenkunde. Berlin 1877. Detmer, Die naturwissenschaftlichen Grundlagen der allg. landwirtschaftlichen Bodenkunde. Leipzig u. Heidelberg 1876. Adolf Mayer, Lehrbuch der Agrikulturchemie. 3. Aufl. 1886. Heidelberg. Grebe, Gebirgskunde, Bodenkunde und Klimalehre. 4. Aufl. 1886. Berlin.

Außer diesen eine größere Anzahl gelegentlich angeführter Werke, namentlich ist jedoch die neuere Litteratur niedergelegt in Zeitschriften; von diesen sind (außer den forstlichen) wesentlich:

Forschungen der Agrikulturphysik, herausgegeb. durch E. Wollny. Heidelberg (Abgek: Forschg. d. Agrikulturphysik). Die landwirtschaftlichen Versuchs-Stationen herausgegeb. v. F. Nobbe. Berlin (Abgek: Vers.Stat.). Jahresbericht der Agrikulturchemie. Berlin. Zentralblatt für Agrikulturchemie. Berlin.

Die beiden letzteren Zeitschriften geben eine Uebersicht über die gesamten landwirtschaftlichen Arbeiten, vernachlässigen jedoch sehr häufig die forstlichen, die in der Regel nur sehr ungenügend referiert oder ganz übergangen werden. Eine ausgezeichnete Zusammenstellung aller auf Bodenphysik bezüglichen Veröffentlichungen bietet dagegen Wollny in seinen Forschungen.

Der **Boden** (Ackerkrume, Ackerboden der Landwirte) ist die oberste Verwitterungsschicht der festen Erdrinde, untermischt mit den Resten der Pflanzen und Thiere, welche auf und in derselben leben.

Die **Bodenkunde** (Pedologie) ist die Lehre von den Eigenschaften, der Entstehung und Umbildung des Bodens.

Die **Standortslehre** umfaßt außer der Bodenkunde noch die Abhängigkeit der Vegetation von klimatischen Verhältnissen und die Wechselbeziehungen zwischen Boden und Pflanze; die forstliche Standortslehre berücksichtigt dabei wesentlich die Entwickelung der Waldbäume.

Die Standortslehre baut sich auf einer ganzen Reihe von einzelnen Hilfswissenschaften auf. In erster Linie sind hierbei gewisse Teile der Chemie, Physik und Pflanzenphysiologie notwendig, wozu noch Meteorologie und einzelne Abschnitte der Geologie und Mineralogie hinzutreten. Die Mannigfaltigkeit der Grundlagen bewirkt es daher, daß der Begriff der Standortslehre vielfach nicht genügend abgegrenzt werden kann, und je nach der Bedeutung, welche man den einzelnen Disziplinen einräumt, eine ganz verschiedenartige Behandlung hervorgehen wird. So gibt es Werke, welche die Standortslehre vom me-

teorologischen, bodenkundlichen oder pflanzenphysiologischen Standpunkt aus behandeln. In dem Folgenden ist zunächst das Hauptgewicht auf die Bodenkunde gelegt.

Viele Eigenschaften des Bodens lassen sich auf verhältnismäßig einfache physikalische Gesetze zurückführen; um diese Thatsache scharf hervortreten zu lassen, behandelt die erste Abteilung des folgenden die physikalischen Eigenschaften, wobei der Boden als etwas Gegebenes betrachtet wird. Die zweite Abteilung behandelt die Entstehung und die chemische Zusammensetzung, während die Beziehungen zwischen Pflanze und Boden, sowie einige einschlägige meteorologische Verhältnisse den dritten Teil ausmachen.

Allgemeines über den Boden.

§ 1. Für das Verständnis vieler Vorgänge im Boden ist es nützlich, den Boden zunächst als etwas Gegebenes aufzufassen und erst später die Bildungsweise desselben zu verfolgen. Es gilt dies für alle diejenigen Eigenschaften, die in erster Linie eine Folge der physikalischen Verteilung und Lagerung der Bodenbestandteile sind, wenn auch natürlich die chemische Zusammensetzung nicht ganz außer acht gelassen werden darf.

Der Boden ist nie einheitlich zusammengesetzt. Wohl jede pflanzentragende Bodenart läßt sich durch geeignete Hilfsmittel in drei Gruppen von Bestandteilen zerlegen: in

1) Sand,
2) abschlämmbare Teile,
3) in humose Stoffe (Humus).

Vielfach treten hierzu noch gröbere Gemengteile, die als Kies, Steine, Pflanzenwurzeln (unzersetzt) unterschieden werden.

Unter Sand versteht man alle Bestandteile eines Bodens, die sich beim Verteilen desselben in Wasser rasch absetzen und die Größe eines Mohnkernes bis zu der eines Hanfkornes haben. Die chemische oder mineralogische Zusammensetzung dieser Körper wird erst in zweiter Reihe berücksichtigt, indem man z. B. von Quarzsand, Kalksand spricht. Der verbreitetste Bestandteil des Sandes ist der Quarz, wenn derselbe auch nur selten die Sande ganz allein zusammensetzt, sondern zumeist sparsamer oder häufiger Körner von andern Mineralien oder Gesteinen einschließt. Dahin gehören z. B. die „Spathsande" des nordischen Diluvium, die eine wechselnde Menge von Feldspathkörnern, die Glimmersande des Tertiär, die Glimmerblättchen enthalten, in ihrer Hauptmenge jedoch aus Quarzsand bestehen. Dagegen setzen sich die Kalk- und Dolomitsande, sowie der vulkanische Sand überwiegend aus Bruchstücken der betreffenden Gesteine zusammen. Die Ausführung erfolgte hier nur, um zu zeigen, daß „Sand" ein Kollektivbegriff und eine Bezeichnung ist, die im wesentlichen die gröberen Bestandteile des Bodens umfaßt.

Abschlämmbare Teile sind Bestandteile des Bodens, welche sich lange im Wasser schwebend erhalten; daher durch Verteilen des Bodens im Wasser und durch Abschlämmen von dem Sande getrennt werden können. Die abschlämmbaren Teile sind die Träger vieler der wichtigsten chemischen und physikalischen Eigenschaften eines Bodens.

Die Hauptmenge der abschlämmbaren Teile bildet zumeist der Thon, der vielfach wenn auch irrtümlich mit den ersteren als gleichartig bezeichnet wird. Außer dem Thon (im reinen Zustande ein wasserhaltiges Thonerdesilikat) nehmen noch andere Silikate, sowie namentlich fein zerriebene Gesteinsmassen, fein verteilter kohlensaurer Kalk, sowie Eisenoxyd und Eisenoxydhydrat Teil. Für die Bodenkunde ist es dringend notwendig, die verschiedene Zusammensetzung der abschlämmbaren Teile zu berücksichtigen. Es gibt z. B. eine in Heidegebieten nicht seltene Bodenschicht, den Heidelehm, der sich ganz überwiegend aus feinst zerriebenem Quarzmehl zusammensetzt, so zum größten Teil aus abschlämmbaren Teilen besteht und doch nur einen ganz geringen Gehalt an Thon besitzt.

Unter dem Namen **Humus** werden alle Bodenbestandteile zusammengefaßt, die aus der Verwesung oder Vermoderung der Thier- und Pflanzenreste hervorgehen. Auch der „Humus“ stellt keinen einheitlichen Körper dar, sondern bezeichnet Stoffe in den verschiedensten Stadien der Umwandlung. Alle sind dunkel, braun bis schwarz gefärbt und sind sich in ihren Eigenschaften mehr oder weniger ähnlich. Die humosen Stoffe bilden die Hauptmasse der „Humusböden“ (Torf, Moorboden), finden sich in den übrigen Bodenarten in wechselnder Menge und beeinflussen das Verhalten derselben sehr wesentlich.

Die drei angegebenen Stoffgruppen finden sich in allen für das Pflanzenwachstum günstigen Bodenarten. Eine geeignete Mischung derselben ist wünschenswert; ein Ueberwiegen einzelner hat einen Rückgang des Bodenwertes zur Folge, bis reine, unfruchtbare Sande, zähe für die Pflanzenwurzel fast undurchdringliche Thonböden und endlich die Hochmoore mit ihrer ärmlichen Flora die Grenzwerte darstellen.

I. Die physikalischen Eigenschaften des Bodens.

I. Die mechanische Bodenanalyse.

Litteratur. Schöne, Zeitschr. f. analyt. Chem. 7. p. 29. Hilgard, Forschg. d. Agrikulturphysik II. p. 57. Schulze, Journ. prakt. Chem. 1849. p. 254. Knop, Kreislauf des Stoffes. Leipzig 1868 u. Landwirth. Versuchsstat. 17. p. 79.

§ 2. Unter den Fragen, die naturgemäs der Agrikulturchemie zuerst entgegentraten, befand sich die der mechanischen Zusammensetzung des Bodens. Schon der äußere Augenschein lehrte die großen Unterschiede kennen, die durch die wechselnde Korngröße bedingt werden. Dementsprechend findet man schon bei den ersten Schriftstellern, welche eine wissenschaftliche Behandlung der Bodenkunde anstrebten, Methoden zur Trennung der verschiedenen Bodenteile angegeben (vergl. Humphry-Davy, Elemente d. Agrikulturchemie 1814, S. 185). Die bedeutendsten der späteren Agrikulturchemiker haben sich dann mit der Ausbildung der „Schlämmanalyse“ beschäftigt und besitzt man jetzt Apparate, welche eine völlige Zerlegung des Bodens zulassen.

Es scheint nützlich, schon hier hervorzuheben, daß man einer bis ins kleinste durchgeführten Sonderung der Korngrößen für den Waldboden eine erhebliche Bedeutung kaum beimessen kann. Für den landwirtschaftlichen Betrieb mag dies nicht gelten und ist zweifellos zur Lösung mancher Fragen die genaue Kenntnis der mechanischen Zusammensetzung der Bodenarten notwendig; in der Regel wird aber auch hier die Trennung, die sich durch Siebe erreichen läßt, ausreichen. Da jedoch die Schlämmanalyse bei bodenkundlichen Untersuchungen vielfach Verwendung findet, so muß auch hier die Grundlage für jene Methode mitgetheilt werden.

Die mechanische Analyse trennt zunächst durch Siebe den Boden in die gröberen und feineren Bestandteile, die ersteren werden als **Bodenskelett**, die letzteren als **Feinerde** bezeichnet und dazu alle Bodenbestandteile von weniger als 1 mm Durchmesser gerechnet.

Das **Bodenskelett** setzt sich zusammen aus:

1) größeren Steinen,
2) gröberen organischen Resten,
3) Grobkies; Stücke von der Größe einer Erbse (über 4 mm),
4) Mittelkies; Stücke von der Größe des Koriandersamens (2.5—4 mm),
5) Feinkies; Körner von Rübsamgröße (1—2.5 mm).

Die **Feinerde** kann man noch trennen in

1) Feinsand 0.3—1 mm und in
2) thonige Feinerde (alle Bestandteile unter 0.3 mm).

Um die mechanische Trennung auszuführen, bringt man eine gewogene Menge der Erde auf ein Sieb mit Löchern von 1 mm Durchmesser und scheidet unter Wasserzufluß und mit Hilfe eines Pinsels die Feinerde ab. Die großen Steine und die noch wenig zersetzten Pflanzenreste trennt man in der Regel schon vorher durch Auslese.

Das gesamte Bodenskelett wird durch einen geeigneten Satz von Sieben mit entsprechender Lochweite getrennt; die einzelnen Teile gewogen und in Prozenten des Gesamtbodens angegeben.

Die Feinerde wird dann weiter durch Schlämmen gesondert.

Die Methoden der Schlämmanalyse gründen sich alle auf den Fall der festen Körper in Wasser. Die Fallgeschwindigkeit ist abhängig 1) von dem Rauminhalt der Körper; 2) von der Gestalt; 3) von dem spezifischen Gewicht derselben und 4) von der molekularen Reibung der Flüssigkeit, in welcher der Körper geschlämmt wird.

Da die drei ersten Punkte von den Bodenbestandteilen abhängig sind, so ergibt es sich, daß man bei der wechselnden Zusammensetzung derselben niemals Korngemische von ganz einheitlicher Größe durch Schlämmen erhalten wird. Man bezeichnet daher die bei einer gewissen Wassergeschwindigkeit abgeschlämmten Körper als solche von gleichem hydraulischem Wert. Um solche Stoffe auf eine Einheit zurückzuführen, vergleicht man sie mit Quarzkugeln (spez. Gew. 2.65) der Größe, welche bei dem entsprechenden Wasserdruck noch bewegt werden [1]).

Die Methoden zur Ausführung der Schlämmanalyse lassen sich auf zwei Grundformen zurückführen. Die eine arbeitet bei ruhendem Wasser mit bewegten Bodenteilen (Davy, Schübler, Sprengel, Kühn, Knop); die andere mit ruhenden Bodenteilen bei bewegtem Wasser (v. Bennigsen-Förder, Schulze, Nöbel, Schöne). Zur Zeit kommt fast ausschließlich der Schöne'sche Apparat, bei genauen Untersuchungen in der von Hilgard angegebenen Verbesserung zur Verwendung.

Wir begnügen uns, eine kurze Beschreibung der beiden bekanntesten Apparate von Nobel und Schöne zu geben.

Der Nöbel'sche Apparat besteht aus vier trichterförmigen, durch Glasröhren mit einander verbundenen Flaschen, deren Rauminhalt sich wie 1 : 8 : 27 : 64 (1^3; 2^3; 3^3; 4^3) verhält. In den Trichter zwei wird die zu untersuchende Erde gebracht und dann ein Wasserstrahl so durchgeleitet, daß in 40 Minuten genau 9 Liter Flüssigkeit ablaufen. Der Nöbel'sche Apparat war der erste, der gleichbleibende Resultate lieferte. Durch sekundäre Strömungen und hierdurch mitbedingte Zusammenlagerung (Flockung) der feinsten Teile werden Fehler hervorgerufen, von denen übrigens der gleich zu beschreibende Schöne'sche Apparat ebenfalls nicht frei ist.

Der Schöne'sche Apparat besteht in einem unten kegelförmigen, oben cylindrischen Glasgefäß, in welches von unten ein regulierbarer Wasserstrom eingeführt wird. Auf der oberen Oeffnung befindet sich ein doppelt durchbohrter Kork, der ein Ausflußrohr und eine in Millimeter geteilte Glasröhre trägt. Indem man den Wasserstrom allmälig verstärkt, kann man Bodenbestandteile bei sehr gleichmäßiger und allmälig gesteigerter Geschwindigkeit abschlämmen.

---

1) Die Größe der letzteren kann man berechnen, indem man von den Newton'schen Gesetzen des hydraulischen Druckes und Widerstandes ausgeht; man kommt dann zu der Schlußfolgerung, daß sich die Durchmesser kugelförmiger Schlämmkörper wie die Quadrate der Stromgeschwindigkeiten, aber umgekehrt wie die um 1 verminderten spezifischen Gewichte verhalten. Der Einfluß der molekularen Bewegung der Flüssigkeit ist dabei vernachlässigt. Thatsächlich macht sich derselbe, namentlich bei den kleineren Korngrößen, sehr bemerklich, bis solche von 0,002 mm Durchmesser überhaupt nicht mehr niederfallen, sondern dauernd im Wasser schwebend erhalten werden. Man kann so Thonteilchen lange Zeit hindurch im Wasser verteilt erhalten, ohne daß sie sich ablagern. Bei Ausführung der Schlämmanalyse setzt man daher vielfach Salze, z. B. Chlorkalium, Alaun zu; da diese erfahrungsmäßig das Absetzen sehr beschleunigen.

Die Ausführung solcher Schlämmanalysen ist eine langwierige Arbeit. Es müssen zunächst die humosen Bestandteile des Bodens, in der Regel durch schwaches Glühen, entfernt werden; dann muß man mehrere Stunden den Boden mit Wasser kochen, um die zusammenhängenden Thonteile zu trennen.

Nochmals muß jedoch hervorgehoben werden, daß die mechanische Trennung eines Bodens in Skelett und Feinerde und das Verhältnis der beiden zu einander immer von Wichtigkeit ist; daß dagegen eine eingehende weitere Verarbeitung der Feinerde, also die eigentliche Schlämmanalyse nur sehr selten Bedeutung für die Bodenkunde hat, und man sich bei Bearbeitung forstlicher Fragen fast ausnahmslos mit der Scheidung der beiden ersten begnügen kann. Höchstens hat noch die Trennung in Feinsand und thonige Feinerde eine gewisse Bedeutung.

II. Der Bau (Struktur) des Bodens.

Litteratur. Flügge, Beiträge zur Hygiene. Leipzig 1870. C. Lang, Wärmekapazität der Bodenkonstituenten. Forschg. d. Agrikulturphysik 1. p. 22. J. Soyka, Porositätsverhältnisse des Bodens. Ebenda Bd. 8. p. 1. Renk, Permeabilität des Bodens für Luft. Zeitschr. f. Biologie 15. p. 86.

§ 3. Die mechanische Analyse behandelte die Zerlegung des Bodens in einzelne Korngrößen. In welcher Weise sich jedoch diese zusammenlagern, ist noch ein Gegenstand der besonderen Betrachtung. Vielfach sind Versuche ausgeführt, um auf theoretischem (mathematischem) Wege die möglichen Arten der Zusammenlagerung festzustellen. Es ist so möglich geworden, gewisse Grenzwerte kennen zu lernen, innerhalb welcher die Anfüllung eines Raumteiles Boden durch feste Bestandteile möglich ist, Spekulationen, die Bedeutung für die Bodenkunde haben, da viele der wichtigsten physikalischen Eigenschaften der Bodenarten durch die Art und Weise der Lagerung bedingt oder wenigstens im hohen Grade beeinflußt werden.

Bei solchen Betrachtungen geht man zunächst von der denkbar einfachsten Annahme aus, daß alle Bodenbestandteile kugelförmig und von gleicher Größe sind.

Man unterscheidet dann eine lockerste und eine dichteste Lagerung der Teile.

a) Die lockerste Lagerung tritt dann ein, wenn die Kugeln so zu einander gelagert sind, daß in den Berührungspunkten errichtete Tangentialebenen auf einander senkrecht stehen.

Die vorhandenen Hohlräume lassen sich dann einfach berechnen. Man kann hierbei von dem Inhalt der Kugeln selbst ausgehen und zeigen, daß in demselben quadratischen Raume, den eine Kugel mit dem Radius $= 1$ mit ihrer Oberfläche an sechs Punkten berührt; acht Kugeln mit einem Radius $= \frac{1}{2}$; 64 mit $r = \frac{1}{4}$ u. s. w. Raum haben. Hierdurch ist schon mit Bezugnahme auf die bekannten Sätze des Verhältnisses zwischen Radius und Kugelinhalt bewiesen, daß die Raumerfüllung durch Kugeln in einem Volum unabhängig von der Größe der Kugeln ist.

Berechnet man die Größe des durch Luft erfüllten Raumes, das Porenvolum, so findet man es für die lockerste Lagerung zu 47,64% des Gesamtvolumens.

b) Die dichteste Lagerung. Befinden sich Kugeln gleicher Größe in dichtester Lagerung, so ruht je eine derselben so in den Zwischenräumen der benachbarten Kugeln, daß Tangentialebenen durch die Mittelpunkte der Kugeln gelegt sich unter einem Winkel von 60° schneiden.

Indem man die so entstandenen Hohlräume als Pyramiden auffaßt und die durch Kugelsegmente erfüllten Räume in Rechnung zieht, gelangt man zu einem Porenvolum von 25,95% des Gesamtvolumens. Dasselbe ist ebenfalls von der Korngröße unabhängig.

c) Lagerung bei ungleicher Größe der Bodenbestandteile. Unter den

natürlichen Verhältnissen hat man es jedoch nur in seltenen Fällen mit völlig gleichgroßen Bodenbestandteilen zu thun. Liegt eine Mischung von gröberen mit feineren Körnern vor, so werden diese sich in die Zwischenräume der ersteren einlagern und so das Porenvolum immer mehr verkleinern. Flügge hat die dann entstehenden Verhältnisse theoretisch weiter verfolgt und die dadurch eintretende bedeutende Abnahme des Porenvolums gezeigt. Im innigen Zusammenhange mit diesen Thatsachen stehen mannigfache physikalische Eigenschaften von Gemischen verschiedener Korngröße, welche diese von gleichkörnigen Böden unterscheiden.

d) Die Verhältnisse des natürlichen Bodens. Die direkte Untersuchung des natürlichen oder des gewachsenen Bodens in bezug auf die Lagerung der kleinsten Teile bietet erhebliche Schwierigkeiten und führt meist zu Abweichungen von den theoretisch zu erwartenden Zahlen.

Zunächst hat man es im Boden mit Bruchstücken und Bestandteilen der allerverschiedensten Form zu thun, die sich natürlich nicht so eng zusammenlagern können, als dies bei Kugeln der Fall ist. Bei Versuchen, die Flügge über das Porenvolum natürlicher Böden anstellte (er verdrängte die Luft durch Kohlensäure, absorbierte den Ueberschuß derselben in dem aufgefangenen Gasgemisch durch Kalilauge und erhielt so das in den Boden vorhandene Luftvolum), fand sich für einzelne Bodenarten:

Sand in 1.5 m Tiefe, seit 15 Jahren aufgeschüttet 43.1 % Porenvolum.
Gartenerde (in 1.5 m Tiefe) . . . . 46.1 % "
Sandboden (in 1.5 m Tiefe) . . . . 35.5 % "
Sandiger Lehm (in 0.5 m Tiefe) . . . . 32.7 % "

Bei Versuchen, die im Laboratorium angestellt werden, ist es sehr schwierig eine ähnliche dichte Lagerung der Bestandteile herbeizuführen, wie sie der „gewachsene“ Boden zeigt. Je nach der Art des Einfüllens fand Flügge Schwankungen im Porenvolum

bei Kies von 38.4—40.1 %
bei Sand von 35.6—40.8 %
bei Lehm von 36.2—42.3 %
bei Sand und Kies zu gleichen Teilen 23.1—28.9 %.

Noch größere Schwankungen zeigen die Arbeiten von Renk, der mit möglichst gleichartigem Material arbeitete und durch verschiedenartige Anordnung der Versuche ein Porenvolum von 36—55,5 % herbeiführen konnte.

Es ist durch diese Verhältnisse verständlich, daß Ergebnisse einzelner Forscher oft erheblich abweichen und manche Thatsachen, die im Laboratorium gefunden sind, sich mit den natürlichen Verhältnissen nicht recht in Einklang bringen lassen.

Die Resultate der bisherigen Betrachtungen erfahren jedoch noch eine erhebliche Einschränkung. Es wurde bisher immer vorausgesetzt, daß die einzelnen Bodenbestandteile nicht noch innere Hohlräume enthalten, also nicht porös sind. Es trifft dies aber eigentlich nur für den Sand zu. Die Thonsubstanzen haben vielfach die Eigentümlichkeit sich zu Krümel zusammenzulagern (siehe unten), die dann porös sind, und die humosen Stoffe sind dies stets mehr oder weniger. Hierdurch wird das gesamte Porenvolum oft ganz bedeutend vergrößert und kann in reinen Humusböden oft eine beträchtliche Höhe erreichen. So fand Schwarz (Ber. d. K. K. landw. Versuchsanstalt Wien 1878, 1. S. 51 u. folg.) in einem Moorboden (mit 82,26 % organischer Substanz) ein Porenvolum von 84 %; in einem reinen diluvialen Thon, der keine organische Substanz enthielt, ein Porenvolum von 52.7 %.

Einzelkorn- und Krümelstruktur.

Litteratur. A. Mayer, Forschg. d. Agrikulturphysik. Bd. 2. S. 251. Hilgard, ebenda Bd. 2. p. 441.

§ 4. Die eigenartige Ausbildung, die vielen thonhaltigen Böden eigentümlich ist und die

auch hummosen Böden nicht fehlt und als Krümelstruktur bezeichnet wird, ist namentlich bei Kulturböden, sowohl Feld- wie Waldböden, zu finden.

Während in den Sandböden Korn neben Korn lagert und eine Anziehung derselben gegen einander nur in verschwindender Weise erfolgt, lagern sich die Thonteile stark, die humosen Teile schwächer zusammen. Findet dies nun in größerer Ausdehnung gleichmäßig statt, so daß Thonpartikel neben Thonpartikel lagert, so werden solche Bodenarten eine sehr dichte, zähe und schwer bearbeitbare Masse bilden. Durch Kultur im Feldboden und durch die natürlichen Verhältnisse im Waldboden, namentlich wenn die Beschirmung des Bodens erhalten bleibt, verändern sich solche Erdschichten. Einzelne Teilchen lagern sich enger zusammen, sie bilden Krümel zwischen denen sich dann Lücken befinden. Diese Krümelbildung ist das Ergebnis sehr verschiedener Wirkungen, die noch berührt werden sollen (für Waldboden ist namentlich die Thätigkeit der Regenwürmer von Bedeutung).

Eine solche Krümelbildung beeinflußt natürlich die physikalischen Eigenschaften des Bodens im höchsten Maße, sie macht den sonst schweren Thonboden leichter bearbeitbar, lockerer und hat auf Wassergehalt, Durchlüftung einen mächtigen Einfluß. Man hat die beiden Lagerungsformen als Einzelkornstruktur und als Krümelstruktur unterschieden.

Einzelkornstruktur findet also in einem Boden dann statt, wenn die Bodenpartikel gleichmäßig neben einander lagern.

Krümelstruktur, wenn die kleinsten Bodenpartikel sich zu Aggregaten vereinigen, die dann getrennt neben einander lagern.

Es ist leicht ersichtlich, daß die Krümelstruktur ein Fall der Bodenlagerung ist, in dem die einzelnen Bodenkörner nicht wie beim Sand einheitlich sind und von starken Kohäsionskräften zusammen gehalten werden, sondern sich jedes Korn aus einer großen Anzahl kleinerer Partikel zusammensetzt. Die Krümelstruktur ist also nur ein Fall der Einzelkornstruktur; jedoch von großer praktischer Wichtigkeit, da die mannigfachsten physikalischen Eigenschaften sich auf die Porosität der Körner zurückführen lassen.

Für „schwere" Bodenarten ist die Erhaltung der Krümelstruktur geradezu eine unbedingte Notwendigkeit, soll der Pflanzenwuchs nicht im höchsten Grade ungünstig beeinflußt werden. Bodenbearbeitung zur ungünstigen Zeit, namentlich wenn der Wassergehalt eines solchen Bodens zu hoch ist, heftige Platzregen auf frisch umgebrochenen Flächen können die Krümel zerstören und die Böden auf lange Zeit, oft auf Jahre in ihrer Produktion zurückbringen. In der Praxis bezeichnet man derartige ungünstige Umbildungen als „Verschlämmung" und fürchtet sie namentlich auf schweren Thonböden.

Das spezifische Gewicht und Volumgewicht der Bodenarten.

Litteratur. Schübler, Grundsätze der Agrikulturchemie. 2. Aufl. 1838. Bd. 2. S. 61. Frommer, Bodenkunde 1857. p. 258. v. Liebenberg, Verhalten des Wassers zum Boden. Inaug.-Diss. Halle 1873. Wollny, Forschg. d. Agrikulturphysik. Bd. 8. p. 341.

§ 5. Das spezifische Gewicht der einzelnen Bodenbestandteile ist von geringer Bedeutung für den Pflanzenbau. Es spielt jedoch eine gewisse Rolle bei der Schlämmanalyse, sowie bei der Bearbeitung der Böden. Es mag daher das spez. Gew. der wichtigsten Bodenbestandteile, sowie für die hauptsächlichsten bodenbildenden Minerale angeführt werden, Spez. Gew. von Mineralien (nach Zirkel-Naumann, Mineralogie)

Feldspathe	2.5—2.8	Dolomit	2.8—3
Augit	3. —3.5	Chlorit	2.7—3
Hornblende	2.9—3.4	Talk	2.6—2.7
Glimmer	2.8—3.2	Gyps	2.2—2.4

Spez. Gew. der Bodenbestandteile:

Kalksand 2.722 (Schübler); 2.813 (Trommer); 2.756 (Wollny); 2.72 (Lang),
Kohlensaurer Kalk als Kreide 2.438 (Trommer),
" " gefällt 2.678 (Wollny),
Quarz 2.5—2.8 (nach Zirkel Mineralogie),
Quarzsand 2.653 (Schübler), 2.639 (Wollny),
Thon 2.440—2.533 (Schübler), 2,47 (Kaolin nach Lang), 2.503 (Wollny).
Humus 1.370 (Schübler), 1.26 (Torf nach Lang), 1.462 (Wollny).
Ein höheres spez. Gewicht haben namentlich die Eisenverbindungen (Eisenoxydhydrat = 3.728).

Es ergibt sich daraus, daß der Sand, namentlich der Kalksand von den Bodenbestandteilen das höchste spezifische Gewicht hat, während der Humus das geringste besitzt und der Thon eine mittlere Stellung einnimmt.

Wie Wollny gezeigt hat, ist das spez. Gewicht eines Bodens einfach eine Funktion des spez. Gew. der Bodenkonstituenten und läßt sich mit großer Genauigkeit berechnen, wenn man die Zusammensetzung kennt.

Für die Bodenarten steigt das spezifische Gewicht mit dem Gehalt an Sand und an Eisenoxyd, es fällt bei höherem Gehalt an humosen Stoffen.

Dem entsprechend bewegen sich, bei Ausschluß der reinen Humusböden, die spez. Gewichte der Bodenarten nach den zahlreichen Bestimmungen v. Liebenberg's zwischen 2.3 und 3; liegen aber ganz überwiegend bei 2.6—2.7.

Von etwas größerer Bedeutung ist das Gewicht eines Volumbodens: das Volumgewicht oder das scheinbare spezifische Gewicht desselben. Das Volumgewicht ist also das Gewicht eines Volumen Bodens, verglichen mit dem Gewichte eines gleich großen Volumen Wassers. Bei fast allen Untersuchungen über physikalische Eigenschaften ist die Kenntnis des Volumgewichtes notwendig.

Natürlich wird das Volumgewicht von der Dichtigkeit der Lagerung und von der Korngröße stark beeinflußt. Dies ergeben schon die Untersuchungen von v. Liebenberg. Wollny gibt für Quarzsand verschiedener Korngröße bei lockerer und dichter Lagerung folgende Zahlen:

	Volumgewicht:	
	dicht	locker
0.00—0.25 mm	1.689	1.564
0.25—0.50 mm	1.706	1.574
0.50—1.00 mm	1.733	1.609
1.00—2.00 mm	1.743	1.615
Gemisch von 0.00—2.00 mm	1.877	1.725

Das Volumgewicht ist daher um so höher je grobkörniger die Bestandteile werden. Gemische verschiedener Korngrößen zeigen das höchste Volumgewicht. Ein Gehalt an Steinen steigert dasselbe gleichfalls erheblich.

Grade umgekehrt muß die Krümelung wirken, da ja durch diese die Anzahl der Hohlräume eines Bodens vermehrt wird; es geschieht dies um so mehr, je größer die einzelnen Krümel sind.

Im hohen Maße erweist sich ferner das Volumgewicht von dem Eigengewicht der einzelnen Bodenbestandteile abhängig, mit dem es in der Regel fällt und steigt. Eine wesentliche Herabsetzung erfährt dagegen das Volumgewicht wenn die Bestandteile porös sind, wie dies namentlich von den humosen Stoffen gilt.

Diesen Verhältnissen entsprechend zeigt der Quarz das höchste, der Humus das geringste Volumgewicht der gewöhnlichen Bodenbestandteile, während die Thonböden eine mittlere Stellung einnehmen. Wollny bestimmte für diese drei Körper das Volumgewicht zu

Quarz 1.448, Thon 1.011, Humus 0.335.

Gemische dieser Stoffe haben ein Volumgewicht, welches zwischen dem der Bestandteile steht, ohne daß es jedoch möglich ist, bestimmte Beziehungen zwischen dem Volumgewicht der Bestandteile und dem des Gemisches festzustellen.

Neben dem Sand ist noch der Gehalt an Eisen anzuführen, der ebenfalls das Volumgewicht eines Bodens steigert.

Die Volumgewichte natürlicher Bodenarten sind sehr vielfach bestimmt; eine große Anzahl von Beobachtungen teilt v. Liebenberg mit; nach diesem Forscher fallen die V.-G. zwischen 0.954 (Sandmoorboden) und 1.447 (feiner Tertiärsand); halten sich jedoch überwiegend um etwa 1.2—1.4.

Der wechselnde Wassergehalt beeinflußt endlich die Volumgewichte der Bodenarten ebenfalls noch und zwar im hohen Grade. Es ist dies leicht ersichtlich, wenn man bedenkt, daß die Hauptmasse der Bodenarten das Wasser nur in ihrem Porenvolum aufnehmen, ohne dabei eine wesentliche Volumänderung zu erfahren. Da die Bodenbestandteile von geringem Volumgewicht wie Humus und Thon befähigt sind, eine große Menge von Wasser in sich aufzunehmen und kapillar festzuhalten, so nähern sich auch die Volumgewichte der Bodenarten im feuchten Zustande erheblich.

Zu bemerken ist noch, daß die allgemein gebräuchlichen Bezeichnungen „schwerer" und „leichter" Boden sich auf den Widerstand beziehen, welchen der Boden der Bearbeitung entgegensetzt und der mit dem Gewichte wenig oder nichts zu thun hat.

III. Die Wasserkapazität oder wasserhaltende Kraft des Bodens.

Litteratur. A. Mayer, Ueber das Verhalten erdartiger Gemische gegen Wasser. Landwirtsch. Jahrbücher 1874. p. 753. Derselbe, Lehrbuch der Agrikulturchemie. 3. Aufl. II. p. 136. Wollny, Untersuchungen über die Wasserkapazität der Bodenarten. Forschg. d. Agrikulturphysik 8. p. 176. H. von Klenze, Untersuchungen über die kapillare Wasserleitung im Boden. Landwirtsch. Jahrbücher 1877.

§ 6. Eine der wichtigsten Eigenschaften eines Bodens ist dessen Wasserkapazität, d. h. die Fähigkeit eine gewisse Menge tropfbarflüssigen Wassers in den Poren aufzunehmen und längere oder kürzere Zeit festzuhalten.

Man unterscheidet die größte oder volle und die kleinste Wasserkapazität.

Die größte Wasserkapazität eines Bodens bezeichnet diejenige Wassermenge, die bei völliger Tränkung der Erdsäulen aufgenommen werden kann. Es ist damit eine Eigenschaft des Bodens gemeint, welche nur bei anhaltenden Niederschlägen hervortritt und nur dann vorübergehend Bedeutung gewinnt. Die größte Wasserkapazität eines Bodens fällt vielfach mit der Gesamtsumme der Hohlräume zusammen; man würde berechtigt sein, beide als völlig gleich zu betrachten, wenn nicht einzelne Bodenarten bei der Durchfeuchtung Volumveränderungen erlitten. Anderseits hat man die Erfahrung gemacht, daß Erdsäulen von erheblicher Länge in denjenigen Schichten, die direkt oberhalb des Grundwassers sich befinden, viel mehr Wasser festhalten können als solche, welche sich in höheren Lagen befinden. Man bezeichnet daher auch die größte Wasserkapazität als die Wassermenge, welche in kurzen Erdsäulen festgehalten wird.

Von einer viel größeren Wichtigkeit, vielleicht die bedeutsamste, physikalische Eigenschaft der Böden überhaupt ist die kleinste oder absolute Wasserkapazität derselben. Diese bezeichnet die Wassermenge, welche von einem Boden dauernd festgehalten wird, also nicht in die Tiefe abfließen kann und den Pflanzen in regenlosen Zeiten zur Verfügung steht.

Sämtliche Bodenbestandteile sind als von Wasser benetzbar zu betrachten; die zurückgehaltene Wassermenge wird auf zwei Kräfte zurückzuführen sein, die zwar sehr ähnlich sind, doch in der Physik unterschieden werden; einmal auf die Adhäsion der Wasser-

schichten, welche an den Oberflächen der einzelnen Körner haften, und anderseits auf dasjenige Wasser, welches durch Kapillarität in den feinen Spalten des Bodens festgehalten wird.

Die Adhäsionswirkung ist zunächst von der Größe der Oberfläche abhängig. Diese wächst im hohen Grade mit Abnahme des Korndurchmessers; also mit der Kornzahl in einem Volumen Boden. So berechnete Soyka (Forschg. d. Aprikulturphysik 8. p. 14) die Gesamtoberfläche der Bestandteile in einem Liter Erde (bei Annahme der lockersten und dichtesten Lagerung, die einzelnen Bodenkörner als Kugeln gedacht). Er glaubt annehmen zu dürfen, daß die durch Adhäsion festgehaltene Wasserschicht mindestens eine Dicke von 0.005 mm besitze [2]). Im Folgenden sind die hauptsächlichsten seiner Angaben wiedergegeben:

Halbmesser eines Kornes.	Die Gesamtoberfläche entspricht einem Quadrat, dessen Seitenlänge beträgt (in mm): bei lockerster Lagerung.	bei dichtester Lagerung.	Die durch Adhäsion fest gehaltene Wassermenge in Liter: bei lockerster Lagerung.	bei dichtester Lagerung.
0.01 mm	12.54	14.89	1.244	1.757
0.05 mm	5.61	6.66	0.173	0.245
0.10 mm	3.96	4.71	0.083	0.117
0.50 mm	1.77	2.11	0.016	0.022
1.00 mm	1.24	1.49	0.008	0.011
5.00 mm	0.56	0.67	0.002	0.002

Man ersieht aus diesen Zahlen, wenn sie auch zunächst nur einen theoretischen Wert haben, daß die Menge des durch Adhäsion fest gehaltenen Wassers sehr bedeutend werden kann, bei sehr feinkörnigen oder porösen Bodenarten sogar höher wird als das Porenvolum, also eine starke Volumvermehrung herbeiführen muß. In der That kann man dies bei stark thonigen und namentlich bei humosen Böden beobachten; so schwindet feuchter Moorboden beim Austrocknen oft fast um ein volles Drittel seines Volumen.

Neben dem Wasser, welches durch Adhäsion festgehalten wird, findet sich in jedem Boden solches, welches in kapillaren Hohlräumen zurückbleibt. Indem die einzelnen Bodenbestandteile sich zusammenlagern, bilden sie ein mehr oder weniger zusammenhängendes Netz von Haarröhren. Die chemische Zusammensetzung der Bodenarten beeinflußt die Kapillarität nicht, da die Höhe, zu welcher eine Wassersäule kapillar gehoben werden kann, nur vom Querschnitt der Oeffnung abhängig ist [3]).

Die Zahl der im Boden befindlichen Kapillarräume ist natürlich von der Korngröße in erster Reihe abhängig (vergl. auch Kondensationswirkungen d. B.); grobkörnige Bodenbestandteile wie Kies und grober Sand enthalten nur an ihren Berührungsstellen einige wenige kapillar wirkende Punkte; zu der durch Adhäsion festgehaltenen Flüssigkeitsmenge tritt nur noch wenig hinzu. Anders bei feinkörnigen Bodenarten, die sich dicht zusammenlagern und eine große Zahl von kapillar wirkenden Hohlräumen besitzen. Man unterscheidet daher in den Bodenarten die im Porenvolum enthaltenen Hohlräume als kapillar wirkende und als nicht kapillar wirkende. Als kapillar festgehaltenes Wasser ist endlich auch noch dasjenige zu bezeichnen, welches in die inneren Hohlräume der Bodenbestandteile eindringt und da fest gehalten wird. Diese Menge ist von der Porosität der vorhandenen

2) Die Annahme einer Schicht adhärierenden Wassers von 0.005 mm Dicke ist jedenfalls zu hoch; aber auch wenn man sie um $^3/_5$ reduziert, also Wasserschichten von 0.002 mm annimmt, ist die Menge des festgehaltenen Wassers noch immer bedeutend genug.

3) Die Kapillarwirkung setzt voraus, daß die einzelnen Stoffe für die zu hebende Flüssigkeit benetzbar sind. Die Thatsache, daß die chemische Zusammensetzung der Körper ohne Einfluß ist, erklärt man dadurch, daß zunächst eine dünne Flüssigkeitsschicht durch Adhäsion festgehalten wird und diese dann anziehend wirkt. Alle Berechnungen stimmen mit dieser Auffassung überein.

Stoffe abhängig und im wesentlichen auf die humosen Stoffe sowie auf die krümeligen Bodenarten beschränkt.

Die Wasserkapazität der Bodenarten wurde früher fast ausschließlich in Gewichtsprozenten angegeben. Da die Bestimmung derselben sehr einfach ausführbar ist, so empfahl sich dies von selbst. Es erscheint aber viel gerechtfertigter die in einem Boden enthaltene Wassermenge in Volumprozenten desselben anzugeben. Die Pflanzen bedürfen eines gewissen Bodenraumes um ihre Wurzeln zu treiben und beanspruchen diesen ganz unabhängig von dem Gewicht desselben. Man gibt daher in neuerer Zeit die Wasserkapazität fast ausschließlich in Volumprozenten an.

Um einen Vergleich zwischen Gewichts- und Volumprozenten zu geben, mögen einige von Mayer ermittelte Zahlen folgen, die sich auf die größte Wasserkapazität beziehen.

Korngröße.	Quarzsand.		Thonstein.		Humus.	
	Vol. %.	Gew. %.	Vol. %.	Gew. %.	Vol. %.	Gew. %.
—0.3 mm	50.0	35.9	43.5	36.4	55.5	106.5
0.3—0.9 mm	49.0	33.5	46.8	35.3		
0.9—2.7 mm	38.4	25.3	43.4	33.6		
2.7—4.2 mm	19.1	12.0	26.1	19.0		

Die umfassendsten Untersuchungen über die Wasserkapazität der Bodenarten sind von Wollny ausgeführt. Er trennte nach Möglichkeit die einzelnen wirksamen Faktoren und seine Arbeiten, denen hier im Wesentlichen gefolgt ist, ergeben einen guten Ueberblick über die betreffenden Verhältnisse.

1. Einfluß der Korngröße. Der Einfluß der Korngröße auf die Wasserkapazität geht schon aus dem Angeführten hervor und macht sich am stärksten bei denjenigen Bodenbestandteilen geltend, die nicht porös sind. So fand Wollny für Quarz eine kleinste Wasserkapazität bei einer Korngröße von:

	0.01—0.07 mm	35.5 Vol. %.
	0.11—0.17 mm	6.03 „
	0.25—0.50 mm	4.38 „
	1 —2 mm	3.66 „
Gemisch von	0.01—2 mm	11.89 „

Die einfache Zerkleinerung hatte also eine mehr als zehnfache Vergrößerung der Wasserkapazität herbeigeführt.

2. Der Einfluß der Porosität der Bodenbestandteile tritt, wie schon erwähnt hauptsächlich bei humosen Bodenarten hervor. Manche Beobachtungen weisen jedoch darauf hin, daß die Thonsubstanzen quellungsfähig sind, also ebenfalls Wasser in sich anfnehmen können, wenn auch eine eigentliche Porosität kaum angenommen werden darf. Die humosen Stoffe haben von allen Bodenbestandteilen die höchste Wasserkapazität. (Nach Wollny größte W. K. 74,59 Vol. % oder 253.6 Gew. %; kleinste W. K. = 55.35 Vol. % oder 106.52 Gew. %; nach Haberlandt größte W. K. etwa 200 Gew. %).

3. Einfluß der Krümelung. Obwohl die krümelig ausgebildeten Bodenarten, ebenfalls als „porös" anzusehen sind, so würde die Steigerung als Wasserkapazität doch nur hervortreten, wenn man nicht poröse Bodenbestandteile von gleicher Größe zum Vergleich heranziehen würde, also etwa Lehmkrümel mit Quarzsand von gleicher Korngröße vergleichen wollte.

Da jedoch die Krümelung bei Bodenarten eintritt, die sehr feinkörnig sind, so wird durch diesen Vorgang die Wasserkapazität im hohen Maße herabgesetzt; wenigstens gilt dies im Vergleich mit den feinkörnigen Böden gleicher Zusammensetzung. So fand Wollny für:

		kleinste W. K. in Vol. %.
Lehmpulver	(0.00—0.25 mm)	42.91
Lehmkrümel	0.5 —1 mm	31.51
"	1 —2 mm	31.05
"	2 —4 mm	32.62
"	4 —6.75 mm	32.32
"	6.75—9 mm	32.15
Gemisch der Krümel von	0.5 —9 mm	30.77.

Durch die Krümelbildung ist also die Wasserkapazität um ein Viertel erniedrigt worden; ein Beispiel für die hohe Bedeutung einer regelmäßigen Bodenbearbeitung für Böden, die leicht zu viel Wasser aufnehmen.

Hervorzuheben ist noch, daß die Korngröße der Krümel einen merkbaren Unterschied in der Wasserkapazität nicht bedingt. Man muß eben bedenken, daß Quarzsand von gleicher Korngröße nur noch eine sehr geringe Wasserkapazität besitzt, dieser Einfluß daher fast ausfällt und nur das Wasser, welches in den Poren der Krümel aufgenommen wird, seinen Einfluß geltend macht.

4. Der Einfluß der lockeren oder dichten Lagerung der Bodenbestandteile muß sich auch auf die Wasserkapazität geltend machen. Im stark gelockerten Boden sind eine größere Anzahl von Hohlräumen nicht kapillar; sie vermögen also Wasser nicht festzuhalten. Durch stärkeres Zusammenpressen, also dichtere Lagerung der Bodenteile wird dann die Wasserkapazität gesteigert werden. Natürlich gilt dies nur bis zu einem gewissen Grade; wird dieser überschritten, so wird die Größe der Hohlräume beeinträchtigt und damit die Menge des aufnehmbaren Wassers beschränkt. Jede Bodenart hat demnach ein Optimum der Wasserkapazität, jedes dichtere Zusammenlagern oder jede fernere Lockerung wird dieselbe herabsetzen. Einige Versuche von Wollny zeigen dies; er fand eine W. K. für:

humosen Kalksand	(locker)	48.12 Vol. %
" "	(mitteldicht)	50.68 "
" "	(sehr dicht)	44.36 "

Die größere Anzahl der regelmäßig bearbeiteten Kulturböden befindet sich im Zustand einer sehr lockeren Lagerung, durch Zusammenpressen wird die Wasserkapazität gesteigert. Die Praxis macht hiervon Gebrauch, indem durch Walzen 2c. die oberste Bodenschicht gedichtet wird.

5. Steine im Boden wirken auf die Wasserkapazität vermindernd ein, einfach eine Folge der Verringerung der kapillar wirkenden Hohlräume im Boden. Nach den vorliegenden Versuchen scheint jedoch diese Verminderung lange nicht im Verhältnis der zugeführten Steine zu steigen. So fand Wollny, daß die Wasserkapazität eines humosen Kalksandes (47.37 Vol. %) durch Zumischen von 30 % Steinen nur wenig (auf 40.23 Vol. %) zurückging. Dies Verhalten entspricht nicht recht den für Bodengemische sonst vorliegenden Erfahrungen und bedarf wohl noch weiterer Untersuchung.

6. Die Wasserkapazität der Bodengemische. Im Allgemeinen entsprechen die Wasserkapazitäten der Bodengemische annähernd den mittleren Werten der sie zusammensetzenden Bestandteile. Natürlich kommen durch mehr oder weniger dichte Lagerung, Ausfüllung von größeren Hohlräumen u. s. w. nicht unerhebliche Unterschiede von den berechneten Werten vor; eine Annäherung ist jedoch nicht zu verkennen.

So erhielt Wollny für Bodengemische folgende Zahlen: (Quarz = 33,04 Vol. %; Humus = 55.35 Vol. %; Thon = 53.19 Vol. %).

	gefunden	berechnet
$^2/_3$ Vol. Quarz + $^1/_3$ Vol. Humus	40.10	40.44
$^1/_3$ " " + $^2/_3$ " "	48.85	47.91
$^2/_3$ " " + $^1/_3$ " Thon	34.53	39.76
$^2/_3$ " Humus + $^1/_3$ " Thon	54.04	54.63

Die berechneten Zahlen stimmen mit den gefundenen für Quarz und Humus, sowie Humus und Thon gut überein, während die von Quarz und Thon eine erhebliche Abweichung zeigen.

7. Der Einfluß der Temperatur auf die Wasserkapazität ist innerhalb der in der Natur vorkommenden Schwankungen so gering, daß er vernachlässigt werden kann. Im allgemeinen nimmt die Wasserkapazität mit steigender Temperatur ab.

Die Bestimmung der Wasserkapazität. Bei verschiedenen Untersuchungen über die Wasserkapazität zeigte es sich, daß in längeren Röhren der Wassergehalt von oben nach unten zunahm, daß man also sehr erhebliche Unterschiede fand, je nach der Stelle, an welcher der Boden entnommen wurde. Bei sehr grobkörnigen Böden machten sich diese Unterschiede am stärksten bemerkbar. Es ist daher notwendig eine Methode nach Uebereinkunft einzuführen:

A. Mayer schlug vor (Forschg. d. Aprikalturphysik 3. p. 150): „ein prismatisches Zinkgefäß mit Siebboden von 1/4 Quadratdezimeter Grundfläche und 20 cm Höhe (also etwa 1/2 Liter Inhalt) wird unter Aufstampfen zur Hälfte mit Erde gefüllt, mit Wasser übergossen, bis dies unten abläuft, dies alles ohne zu wägen. Dann wird gewogen, mit trockner Erde weiter gefüllt, wieder gewogen, bis zur Sättigung Wasser übergegossen und zum dritten Male gewogen, das ermittelte Wassergewicht zum ermittelten Erdgewicht gibt die absolute Wasserkapazität, zunächst aufs Gewicht und kann dann leicht mit Hülfe des Volumgewichtes auf das Volum umgerechnet werden." Die erste Schicht Erde soll nur den Versuch von dem Einfluß des Verschlußmittels, hier also des Siebbodens, frei machen. Die Mayersche Vorschrift ist fast in alle agrikultur-chemischen Werke übergegangen.

Wollny weist jedoch nach, daß die Resultate, welche man hiernach erhält, erheblich ungenau sind, und gibt eine Methode an, die wohl allgemein angenommen werden wird. (Forschg. d. Agrikphysik Bd. 8): In eine 1 m lange Röhre, deren oberstes Dezimeter abnehmbar ist, wird die zu untersuchende Erde fest eingefüllt. Durch Aufgießen mit Wasser gesättigt, wird die Erde während 50 Stunden sich selbst überlassen und dann die kleinste Wasserkapazität in dem obersten Dezimeter Erde bestimmt. Die lange Dauer des Versuches ist notwendig, um die Wasserbewegung in der Erde wenigstens zu einem gewissen Abschluß kommen zu lassen.

IV. Die Wasserbewegung im Boden.

§ 7. Unter Wasserbewegung im Boden ist hier namentlich das Eindringen des Wassers, sowie die kapillare Leitung von unten nach oben verstanden. Die Bewegung des fließenden Wassers (Grundwasser z. Th.) wird später abgehandelt werden, ebenso die Einwirkung der Pflanzenwelt auf die Feuchtigkeitsverhältnisse des Bodens.

1. Der Benetzungswiderstand der Bodenbestandteile.

Ein Gegenstand, der einer experimentellen Prüfung nur sehr schwierig zugängig ist und über den fast noch gar keine Arbeiten vorliegen, ist der Widerstand den mehr oder weniger ausgetrockneter Boden der Benetzung entgegensetzt, hier kurz als Benetzungswiderstand bezeichnet. Diese Erscheinung ist für die Bodenarten von hoher Bedeutung. Ueber die Thatsache kann man sich leicht unterrichten, wenn man völlig ausgetrockneten und feuchten Sand auf Wasser bringt. Der erstere schwimmt einige Zeit und sinkt dann erst im Wasser unter, der letztere sofort.

In der Natur kann man die Bedeutung der hier als Benetzungswiderstand bezeichneten Vorgänge an dem bekannten Beispiel eines Haufens von trocknem Chausseestaub nach einem Gewitterregen beobachten. Die Feuchtigkeit ist dann nur ganz oberflächlich, oft

noch nicht einen Zentimeter tief eingedrungen. Ebenso sieht man auf frei liegendem schwach humosem Sande oft noch stundenlang kleine Wasserlachen stehen, während derselbe Boden im angefeuchteten Zustande das Wasser leicht aufnimmt. Der Träger der Wirkung ist im letzteren Falle immer der Humus, der einmal ausgetrocknet nur sehr schwer wieder benetzbar ist.

Die Ursache dieser Erscheinung ist wahrscheinlich auf Gashüllen zurückzuführen, welche die Stoffe umgeben und die Berührung mit dem Wasser erschweren; weniger wahrscheinlich ist es, daß die Reibung zwischen den festen Körpern und der Flüssigkeit von besonderer Bedeutung ist. Während bei ausgetrockneten Stoffen, also zunächst eine Reibung zwischen der Flüssigkeit, hier Wasser, und einer Gashülle bez. dem festen Körper statt hat, erfolgt die Leitung des Wassers bei feuchten Körpern immer entlang einer schon vorhandenen Wasserschicht; es kommt also nur die innere Reibung des Wassers in Frage. Das Eindringen des Wassers erfolgt dann nach den Gesetzen wie sie für dünne bez. kapillare Röhren gelten.

Die einzige dem Verf. bekannte Arbeit, welche wenigstens einigen Einblick in die angedeuteten Verhältnisse gewährt, ist eine Untersuchung von Wollny über die kapillare Wasserleitung des Bodens bei verschiedenem Wassergehalt desselben. Zum Versuche wurde Lehmpulver (0.00—0.25 mm) und humoser Kalksand verwendet. Der kapillare Aufstieg des Wassers betrug Zentimeter

bei Lehmpulver:

nach	bei 100° getr.	mit 3.85 % W.	mit 5.07 % W.	mit 7.96 % W.	mit 9.55 % W.
24 Stunden	23.9	36.5	36.7	52.0	54.7
2 Tagen	30.8	51.4	51.6	66.5	68.5
3 "	39.8	60.7	60.9	76.5	77.3
4 "	52.0	69.2	69.6	83.4	84.5
5 "	60.6	76.2	76.7	90.7	91.6

bei humosem Kalksand:

	bei 100° getr.	mit 4.24 % W.	mit 5.18 % W.	mit 8.53 % W.
nach 24 Stunden	30.9	41.4	40.6	41.8
2 ½ Tagen	43.9	55.0	50.7	53.5
3 ½ "	52.0	61.9	55.8	59.8
5 ½ "	58.5	68.0	60.2	64.5

Die Abhängigkeit des kapillaren Aufstieges vom vorhandenen Wassergehalt tritt deutlich hervor und hatten sich auch nach fünf Tagen noch nicht ausgeglichen; obgleich die feuchte Luft der tieferen Schichten eine allmähliche Durchfeuchtung der oberen Lagen vorbereitet haben wird.

Beobachtungen, die auf den Benetzungswiderstand zurückzuführen sind, finden sich vielfach in der agrikulturchemischen Litteratur, wenn auch die Ursache nicht immer erkannt worden ist.

Es mag noch bemerkt werden, daß alle im Laboratorium angestellten Versuche über die Wasserleitung im Boden mehr oder weniger an dem Fehler leiden, daß die Unterschiede im Feuchtigkeitsgehalt der angewendeten Erden nicht berücksichtigt sind und auch nur sehr schwierig berücksichtigt werden können.

2. Der kapillare Aufstieg des Wassers im Boden.

Litteratur. H. von Klenze, Landwirtschaftl. Jahrbücher 1877. S. 83—131 enthält eine Uebersicht der älteren Versuche. W. Edler, Die kapillare Leitung des Wassers in den durch den Schöne'schen Schlämmapparat abgeschiedenen hydraulischen Werten. Inaug.-Diss. 1882. Göttingen. Wollny, Die kapillare Leitung des Wassers. Forschg. d. Agrikulturphysik. 7. Bd. S. 269 u. 8. Bd. S. 207.

§ 8. Die kapillare Leitung des Wassers im Boden ist abhängig von der Korngröße,

der Struktur und Lagerung und von der stofflichen Verschiedenheit der Bodenbestandteile.

a) Der Einfluß der Korngröße macht sich nach zwei Richtungen bemerkbar, einmal in bezug auf die Höhe des Steigens, anderseits auf die Schnelligkeit desselben.

Es lassen sich hierüber folgende Sätze aufstellen:

a) Das Wasser wird um so höher kapillar gehoben, je geringer die Korngröße der Bodenbestandteile ist.

b) Die kapillare Leitung erfolgt am raschesten bei einer bestimmten Korngröße (etwa 0,1 mm); bei Zu- und Abnahme derselben verlangsamt sich die Leitung (und erlischt bei Körnern von etwa 2.5 mm Durchmesser).

c) In Gemischen verschiedener Korngrößen ist die kapillare Leitung eine mittlere, im Vergleich zu derjenigen der einzelnen Bestandteile.

d) Die Fortbewegung des Wassers erfolgt um so langsamer, je höher dasselbe gestiegen ist. Diese Verzögerung tritt um so eher ein, je grobkörniger der Boden ist.

Die Steighöhe einer Flüssigkeit in Kapillarröhren ist dem halben Durchmesser derselben umgekehrt proportional; dementsprechend wird die Flüssigkeit um so höher gehoben, je kleiner die Zwischenräume, bez. je feiner die Bodenbestandteile sind. Ueber eine gewisse Größe hinaus werden die Hohlräume immer größer und verlieren allmählich die Fähigkeit, Wasser überhaupt kapillar zu heben. Im Boden tritt dies bei einer Korngröße von etwa 2—3 mm ein. In einem Grandboden findet also eine kapillare Wasserleitung überhaupt nicht statt.

Bei allmäligem Sinken des Korndurchmessers wird der kapillare Aufstieg immer energischer, bis er bei einer bestimmten Korngröße ein Optimum erreicht (im Boden bei etwa 1 mm Durchmesser, genauer bei 0,07—1 mm); bei noch feineren Bodenarten nehmen die durch Reibung herbeigeführten Widerstände zu und verlangsamt sich die Bewegung.

Wollny spricht das hier giltige Gesetz in der Weise aus (Forschungen 7. p. 293): Die Boden-Kapillarräume von einer bestimmten Größe (wahrscheinlich von 0.05—01 mm) leiten das Wasser am schnellsten; während einerseits kleinere wegen vermehrten Reibungswiderstandes, den die Bodenpartikel dem Aufsteigen des Wassers im Boden entgegensetzen, anderseits größere wegen der der Kapillarkraft entgegenwirkenden Schwere der gehobenen Wassersäule das Wasser langsamer leiten.

b) Die Struktur und Lagerung der Bodenbestandteile macht sich in bezug auf Einzelkorn- und Krümelstruktur, anderseits in bezug auf mehr oder weniger dichte Lagerung geltend.

Für die ersteren gelten folgende Sätze:

a) Das Wasser wird in den pulverförmigen Böden höher und schneller gehoben als in den krümligen.

b) In krümligen Böden nimmt die kapillare Wasserleitung bei wachsender Korngröße ab.

Diese Thatsachen lassen sich darauf zurückführen, daß der kapillare Aufstieg in krümligen Böden durch die meist erhebliche Größe der Krümel außerordentlich gering ist und nur durch die Poren derselben vermittelt wird, also nur langsam von Korn zu Korn erfolgen kann.

Die mehr oder weniger dichte Lagerung macht sich dadurch geltend, daß Wasser im Boden um so höher gehoben wird, je dichter das Gefüge ist, also je enger die

Kapillarröhren sind. Es ist dies eine Folge des allgemeinen Gesetzes über die Kapillarität. Durch Zusammendrücken und Pressen des Bodens, namentlich krümligen Bodens, wird die kapillare Leitung dementsprechend gesteigert.

c) Der Einfluß der Steine auf die kapillare Leitung des Wassers ist nicht sehr erheblich; die Steine verlangsamen jedoch die Leitung und zwar um so mehr, je zahlreicher sie dem Boden beigemischt sind.

Jeder Stein stellt eine Unterbrechung der Kapillarröhren dar, die Wasserleitung wird daher gestört und kann nur um die Steine herum erfolgen; jedes Wasserteilchen hat also einen weiteren Weg zurückzulegen. Auffällig ist jedoch, daß in Bodenarten, die reichliche Steinmengen enthalten (bis zu 60%), nach den vorliegenden Untersuchungen die Leitung nur sehr mäßig verlangsamt wird.

d) Die Einwirkung verschiedener Schichtung des Bodens. Die Erscheinungen, welche die kapillare Leitung des Wassers im Boden beeinflussen, welche Schichten abweichender Zusammensetzung oder verschiedener Korngröße haben, läßt sich dahin zusammenfassen: „daß in geschichteten Böden der Uebertritt aus einer Schicht in die andere, sowohl bei der Aufwärts- wie Abwärtsbewegung des Wassers um so mehr erschwert ist und um so eher aufgehoben wird, je weiter die über einander gelagerten Schichten in der Feinheit ihrer Partikel und ihren sonstigen Strukturverhältnissen von einander abweichen.

Diese für die Praxis wichtige Erscheinung, die namentlich in den sog. „Schwemmlandsböden" große Bedeutung erlangt, zeigt je nach der Korngröße verschiedene Abweichungen.

a) Nimmt die Feinheit der Bodenpartikel von unten nach oben zu, so erfolgt die kapillare Leitung rascher und höher als im entgegengesetzten Falle.

b) Feinkörnige Schichten vermögen grobkörnigen viel leichter Wasser zu entziehen, als im entgegengesetzten Falle (nach v. Liebenberg, Wollny).

In der Natur läßt sich dies oft beobachten, wenn Sand von Lehm- oder Thonschichten, oder auch von sehr feinkörnigen Sanden (z. B. den Mergelsanden des nordischen Diluviums) durchsetzt sind. Die feinkörnigen Schichten sind dann immer erheblich feuchter als die grobkörnigeren Sande, eine Folge sowohl der höheren Wasserkapazität, als auch der Fähigkeit, den benachbarten Bodenschichten Wasser zu entziehen.

c) Die kapillare Leitung des Wassers wird um so mehr verlangsamt oder völlig aufgehoben, eine je feinkörnigere Schicht zwischen grobkörnigeren oder eine je grobkörnigere Schicht zwischen feinkörnigem Boden lagert.

e) Die kapillare Leitung im Boden von verschiedener chemischer Zusammensetzung. Während bisher nur die Wirkungen der einzelnen physikalischen Bodenverschiedenheiten betrachtet wurden, zeigt sich die kapillare Leitung auch noch durch die chemische Zusammensetzung beeinflußt. Da die Beobachtungen fast alle mit mehr oder weniger trockenen Bodenarten ausgeführt worden sind, so tritt die Erscheinung, welche oben als „Benetzungswiderstand" bezeichnet wurde, ungewöhnlich scharf hervor. Die Hauptbestandteile des Bodens (Quarzsand, Thon, Kalk und Humus) zeigen erhebliche Abweichungen. Namentlich der Thon, dem man auf Grund mancher Eigenschaften die Fähigkeit zuschreibt, mit Wasser aufzuquellen, spielt eine wichtige Rolle, nächstdem der Humus, dessen Volumvermehrung bei starker Durchfeuchtung die Erscheinungen beeinflußt.

Die Versuche haben ergeben, daß

a) Wasser von Quarz am besten geleitet wird, dann folgt der Humus, während der Thon die langsamste Leitung zeigt.

b) Im Kalksande erfolgt die Leitung (bei gleichen Umständen) langsamer als in Quarzsand.

Von Gemischen gelten die Sätze:

a) Daß die kapillare Leitung des Wassers mit steigendem Humusgehalt verzögert, mit steigendem Quarzgehalt beschleunigt wird.

b) Daß in Gemischen von Quarz und Thon die Leitung mit steigendem Thongehalt verlangsamt wird.

c) Daß in Gemengen von Humus und Thon mit steigendem Thongehalt die Wasserbewegung beschleunigt wird.

Während das Verhalten der Gemische in a. und b. ohne weiteres aus den Eigenschaften der Gemengteile abgeleitet werden kann, bleibt die Leitung eines Gemisches von Thon und Humus erheblich hinter der der einzelnen Stoffe zurück. Nach Wollny vielleicht eine Folge der durch die Zwischenlagerung der einzelnen sehr feinen Thonteile gesteigerten Reibung.

f. Der Einfluß der Temperatur ist bei den im natürlichen Boden vorkommenden Schwankungen auf die kapillare Wasserleitung ein geringer. Versuche haben gezeigt, daß die Leitung bei höherer Temperatur eine schnellere ist, offenbar eine Folge einer größeren Beweglichkeit der Wassermoleküle. Diese gesteigerte Beweglichkeit bedingt gleichzeitig eine größere Neigung, dem Gesetz der Schwere zu folgen. Die kapillare Steighöhe wird daher rascher erreicht, ist aber geringer, als bei niederer Temperatur. Die Versuche von v. Klenze entsprechen dem vollständig und bestätigen das besprochene Verhalten. Namentlich bei gröberen Bodenbestandteilen wurden derartige Erscheinungen beobachtet.

g. Durch gelöste Salze wird die kapillare Leitung im Boden herabgesetzt, der Einfluß selbst einer 2% Lösung ist jedoch so gering, daß er kaum ins Gewicht fällt. Noch vielmehr gilt dies von den ganz verdünnten Salzlösungen des Bodens.

Die Bedeutung der kapillaren Wasserleitung für den natürlichen Boden. Es ist sehr schwierig, sich ein sicheres Bild über die kapillare Leitung des Wassers in den natürlichen Böden zu machen. Einerseits sind alle bisher gewonnenen Resultate nur bedingt richtig, da ja ein Unterschied in der Leitung bei verschiedenem Wassergehalte besteht; anderseits tritt die Leitung erst dann ein, wenn der Boden mehr Wasser enthält, als etwa der Hälfte der größten Wasserkapazität entspricht.

Es scheint dies für alle Bodenarten zu gelten. Die ersten darauf hindeutenden Beobachtungen scheint Schumacher gemacht zu haben (Physik des Bodens 1. S. 100. Berlin 1864). Er feuchtete feinkörnige Erde mit soviel Wasser an, daß dasselbe 30% der Wasserkapazität entsprach, füllte die feuchte Erde in eine Glasröhre und bedeckte die Erde mit einer trockenen Schicht gleichartigen Materials. Selbst nach fünf Tagen konnte ein Uebertritt von Wasser in die trockene Bodenschicht nicht beobachtet werden. Ein Beweis, daß die kapillare Leitung selbst aus einem so feuchten Boden nicht stattfand.

Viele natürliche Bodenarten, namentlich die Sandböden sind nun kaum je soweit mit Wasser gesättigt. Andere Bodenarten werden dagegen durch Leitung erhebliche Wassermengen erhalten. Die kapillare Leitung kann daher von größter oder auch von gar keiner Bedeutung für den Boden sein. Wie in so vielen Fällen, welche die Bodenkunde betreffen, kann eben nur die Untersuchung der gegebenen Verhältnisse ein Urteil ermöglichen.

3. Das Eindringen des Wassers in den Boden.

Wollny, Forschungen der Agrikulturphysik 7. p. 269 u. 8. S. 207. Haberlandt, Wissenschaftlich-praktische Untersuchungen 1875. Wien. 1. Bd. S. 9.

§ 9. In inniger Beziehung zu den Kapillarwirkungen im Boden steht das Eindringen des Wassers in denselben. In weitaus den meisten Fällen sind die Eigenschaften, welche der Leitung von unten nach oben günstig sind, dem Eindringen des Wassers ungünstig. Ueberall tritt die Abhängigkeit desselben von Korngröße, Struktur und stofflicher Verschiedenheit hervor.

Die Bedeutung des „Benetzungswiderstandes“ in völlig abgetrockneten Bodenarten ist schon früher hervorgehoben, er tritt um so mehr hervor, je feinkörniger der Boden und je reicher er an Humus und Thonteilchen ist.

Der Einfluß der Korngröße auf das Eindringen des Wassers macht sich geltend, indem das Wasser um so schneller nach abwärts geleitet wird, je gröber die Bodenbestandteile sind, während in Gemengen verschiedener Korngrößen die abwärtsgehende Wasserbewegung mit annähernd mittlerer Geschwindigkeit erfolgt. Es sind dies Thatsachen, die sich aus den mit der Korngröße wachsenden Hohlräumen der Bodenbestandteile ergeben. Der Widerstand, welchen namentlich die Reibung erregt, nimmt ab mit der Größe der Oberfläche, und diese natürlich wieder mit Wachsen der Bodenteile.

Die Struktur des Bodens hat auf das Eindringen des Wassers im Boden einen erheblichen Einfluß. Namentlich die Krümelbildung wirkt stark beschleunigend. Man kann die Krümel, wie schon wiederholt betont ist, als poröse Körner betrachten, und da ihre Größe meist eine erhebliche ist, so kann das Wasser rasch eindringen; während dieselben Bodenbestandteile im feinkörnigen Zustande (Einzelkornstruktur), ihrer feinen Verteilung entsprechend, das Wasser nur sehr langsam aufnehmen.

Krümel verschiedener Durchmesser von 0.5—9 mm ergaben bei Versuchen ein fast gleichmäßiges Eindringen des Wassers; wie ja auch andere Bodenbestandteile von gleicher Größe das Wasser sehr rasch leiten. Allerdings verlangsamt die poröse Beschaffenheit der Krümel das Eindringen, wenn auch nicht erheblich.

Die mehr oder wenig dichte Lagerung macht sich insofern bemerkbar, daß Wasser um so langsamer im Boden eindringt, je dichter derselbe gelagert ist; es ist dies eine Folge der Verengung der Hohlräume, die bei dem Zusammendrücken des Bodens eintritt.

Der Einfluß der Steine im Boden ist für das Eindringen des Wassers ein erheblicher und ein viel bedeutenderer, als für die kapillare Leitung von unten nach oben. Das Eindringen des Wassers wird durch einen Steingehalt des Bodens erheblich erschwert und zwar um so mehr, je reichlicher die Steinbeimischung ist. Nehmen die Steine über ein gewisses Maß hinaus zu, so daß der Gehalt an Feinerde sehr gering wird, so tritt natürlich der umgekehrte Fall ein und wird der Boden sehr durchlässig. Die Verlangsamung der Wasserleitung durch Steine muß der Unterbrechung der kapillaren Räume zugeschrieben werden; das Wasser kann nur auf Umwegen in die Tiefe dringen, die Bewegung wird verlangsamt.

Der Einfluß der Schichtung des Bodens macht sich wie beim kapillaren Aufstieg auch um so eher geltend, je mehr die Korngröße der einzelnen Bodenschichten von einander abweicht.

Ein grobkörniger Boden, in dem eine feinkörnige Schicht, oder ein feinkörniger Boden, in dem eine grobkörnige Schicht eingelagert ist, läßt Wasser sehr viel schwieriger eindringen, als dies in Bodenarten stattfindet, die sich allmählich in ihrer Zusammensetzung verändern.

Die ersten beiden Lagerungsformen erschweren die Wasserleitung sehr, heben sie auch wohl vollkommen auf. Es ist sogar keine seltene Erscheinung, daß man in Kiesstreifen, die Sandboden durchsetzen, sog. Wasseradern findet. Anderseits ist ja die Wirkung von Thonschichten und deren Undurchlässigkeit bekannt (jedoch wesentlich durch die Eigenschaften des Thones mitbedingt).

Zu bemerken ist noch, daß Wasser in einem Boden viel leichter eindringt, wenn die oberen Schichten grobkörniger als die tieferen sind, als dies bei umgekehrter Lagerung der Fall ist; eine Folge der Regel, daß der Uebertritt des Wassers aus weiteren Kapillaren in engere viel leichter erfolgt als umgekehrt.

Die verschiedenartige chemische Zusammensetzung des Bodens macht sich endlich in nicht unerheblichem Maße geltend, steht aber im innigsten Zusammenhange mit den Regeln, die für die kapillare Leitung von unten nach oben für die Hauptbestandteile gefunden wurden.

Das Eindringen des Wassers erfolgt bei gleichen äußeren Verhältnissen im Quarz am rascheſten, im Thon am langsamsten. Der Humus steht zwischen den beiden Stoffen etwa in der Mitte.

In Gemischen von Quarz und Humus, sowie von Quarz und Thon wird die Abwärtsbewegung des Wassers um so mehr verzögert, je reichlicher der Gehalt an Humus bez. an Thon ist.

In Gemischen von Thon und Humus wird dagegen durch reichlichen Thongehalt das Eindringen erheblich beschleunigt, obgleich der Thon von allen Bodenbestandteilen am schwierigsten leitet.

IV. Die Wasserverdunstung im Boden.

Litteratur. Schübler, Grundriß der Agrikulturchemie. E. Wolff, Anleitung zur chemischen Untersuchung u. s. w. 1867. S. 61. Eser, Forschg. d. Agrikulturphysik Bd. 7. p. 1. (Hierin weitere Litteraturangaben, die sich namentlich auf Arbeiten von Hellriegel, Ebermayer, Johnson, A. Vogel, Wilhelm u. and. beziehen.)

§ 10. Die Wasserverdunstung des Bodens ist vielfach, zuletzt und am ausführlichsten von Eser untersucht worden, dessen Arbeiten auch die Grundlagen der folgenden Mitteilungen bilden.

Die Verdunstung ist wesentlich abhängig 1) von meteorologischen Erscheinungen (Temperatur, Luftbewegung, Feuchtigkeitsgehalt der Luft u. s. w.); 2) von der physikalischen und chemischen Beschaffenheit des Bodens; 3) von der Lage desselben nach Himmelsrichtung und Horizont (Exposition und Inklination); 4) von der Bodenbedeckung, bez. von der auf dem Boden wachsenden Vegetation.

Hier soll nur die zweite Gruppe ausführlich behandelt werden, während die übrigen später ihre Würdigung finden werden. Sind doch die im Boden selbst vorhandenen Faktoren, welche die Verdunstung beeinflussen, so mannigfaltige, daß schon hierdurch eine getrennte Behandlung gerechtfertigt wird.

Vom hauptsächlichsten Einfluß sind: 1) Der Wassergehalt. 2) Die Oberflächenbeschaffenheit. 3) Die Struktur des Bodens. 4) Die Farbe des Bodens. 5) Die Mächtigkeit der Bodenschicht. 6) Die chemische Zusammensetzung des Bodens.

a) Der Einfluß des Wassergehaltes auf die Verdunstung läßt sich durch folgende, durch vielfache Untersuchungen bestätigte Sätze aussprechen: Der Boden verdunstet um so größere Mengen von Feuchtigkeit, je mehr Wasser er enthält, und dieselbe Bodenart verliert bei noch so ver-

schiedenem Wassergehalt ihr gesamtes Wasser etwa zur selben Zeit.

Beobachtungen der Verdunstung in Böden von verschiedenem Wassergehalt, bei gleich großer Oberfläche, ergaben z. B.

Quarzsand:

Verdunstung	29.6 Vol. % Wasser.	20.7 Vol. % Wasser.	8.9 Vol. % Wasser.
in 24 Stunden	8.8 " " "	6.10 " " "	3.5 " " "
in den folgenden 36 Stunden	3.0 " " "	3.1 " " "	3.3 " " "
Gesamtv. in 8 Tagen	28.6 " " "	20.4 " " "	8.7 " " "
Rest im Boden	1 " " "	0.3 " " "	0.2 " " "

Kalksand:

Verdunstung	30.6 Vol. % Wasser.	20.4 Vol. % Wasser.	10.2 Vol. % Wasser.
in 24 Stunden	12.9 " " "	12.6 " " "	4.8 " " "
in den folgenden 36 Stunden	11.7 " " "	5.8 " " "	1.9 " " "
Gesamtv. in 8 Tagen	29.1 " " "	19.8 " " "	9.8 " " "
Rest im Boden	1.5 " " "	0.6 " " "	0.4 " " "

Aus den in viel größerer Zahl vorliegenden Versuchen läßt sich ersehen, daß die Verdunstung in wasserreichen Böden zunächst eine sehr hohe ist, dann rasch abnimmt und nur eine mäßige Höhe behält, bis der Boden „lufttrocken" geworden ist.

Diese Thatsachen stehen mit den Kapillarwirkungen im engsten Zusammenhang. So lange eine kapillare Wasserleitung stattfindet, ist die Verdunstung eine große; sowie jedoch die Leitung wegfällt, trocknet zunächst die Oberfläche ab und die Verdunstung kann nur noch durch die Luftbewegung im Boden selbst vermittelt werden. Der Wasserverlust sinkt daher rasch.

b) Die Beschaffenheit der Bodenoberfläche kann ebenfalls die Verdunstung beeinflussen. Oberflächen von gewellter oder gerundeter Form sind fast nur für die Landwirtschaft (Behäufelung) von Bedeutung. Entsprechend der vergrößerten Oberfläche wird die Verdunstung nicht unerheblich gesteigert.

Allgemeiner machen sich die Einwirkungen geltend, welche durch die geringere oder größere Rauheit der Oberfläche bedingt werden.

Bei großem Wassergehalt bedingt die Größe der Oberfläche in erster Linie die Verdunstung; dementsprechend ist diese in Böden mit rauher Oberfläche gesteigert. Mit abnehmendem Gehalt an Wasser trocknet ein rauher Boden jedoch oberflächlich rasch ab, die trockene Erdlage wirkt als schützende Hülle (vergl. Bodenbedeckung) und die Verdunstung kann erheblich sinken.

Man kann daher die hierfür geltende Regel so aussprechen, daß Boden mit rauher Oberfläche bei reichlichem Wassergehalt mehr Wasser verdunstet, als ein Boden mit glatter Oberfläche, daß aber bei fortschreitender Austrocknung das umgekehrte Verhältnis hervortritt.

Einen besonderen Fall der Oberflächenbeschaffenheit bildet die in thonigen Böden oft vorkommende Krustenbildung. So unerwünscht eine solche auch oft für die Pflanzen sein mag, so wirkt sie doch für den Feuchtigkeitsgehalt des Bodens günstig, da sie die Verdunstung nicht unerheblich herabsetzt.

Wahrscheinlich erfolgt bei der Krustenbildung eine teilweise Trennung der obersten Erdschicht von den tieferen Lagen und hierdurch eine Unterbrechung der kapillaren Leitung.

Anderseits wirken die Krusten als eine Art Bodenbedeckung, welche die Verdunstung ebenfalls herabsetzt.

c) Die Struktur des Bodens macht sich in bezug auf die Größe der Bodenbestandteile, die lockere oder dichte Lagerung und die Einzelkorn- und Krümelstruktur bemerkbar.

a) Die Größe der Bodenbestandteile und deren bedeutsame Einwirkung auf die Verdunstung geht schon aus der nach der Korngröße verschiedenen Wasserkapazität der Bodenarten hervor.

Im allgemeinen darf man daher sagen, daß mit abnehmender Korngröße das verdunstete Wasserquantum wächst. Aber auch hier macht sich bei einer bestimmten Korngröße, ganz gleichartig wie dies bei der kapillaren Leitung und der Wasserkapazität hervortrat, ein Optimum bemerkbar, von dem ausgehend die Verdunstung in den feinkörnigeren Bodenarten sinkt.

Die Versuche von Eser, die er mit Quarzsand ausführte, geben hierüber lehrreiche Aufschlüsse und zeigen gleichzeitig den Einfluß der Korngröße auf das deutlichste:

Korngröße	0.00 0.071 mm	0.071 0.114 mm	0.114 0.171 mm	0.171 0.25 mm	0.25 0.5 mm	0.5 1.0 mm	1.0 2.0 mm	Gemisch 0.00—2 mm
Wassergehalt	38.44	38.71	35.86	35.14	31.33	31.31	21.28	23.29
Verdunstung in 2 Tagen	6.01	5.67	5.81	5.86	5.73	5.59	2.56	6.61
„ in 5 Tagen	16.37	16.08	16.33	16.23	15.86	15.12	6.00	15.12
„ in 12 Tagen	34.28	35.83	33.39	32.49	28.65	25.51	12.59	22.19
Im Boden war noch vorhanden	4.16	2.83	2.47	2.65	2.61	5.80	8.69	1.10

Es ergiebt sich hieraus also, daß die stärkste Verdunstung bei einer mittleren Feinkörnigkeit liegt; daß ferner die grobkörnigen und die ganz feinkörnigen Sande das meiste Wasser zurückbehalten hatten, während das Gemisch aller Korngrößen den höchsten Verlust erlitten hat. Im feuchten Zustande zeigen die Wasserverluste der verschiedenen Korngrößen eine bemerkenswerte Gleichmäßigkeit; eine Erscheinung, die später bei der Besprechung der Wasserverdunstung verschiedener Bodenarten noch mehr hervortreten wird.

Stellt man die Versuche so an, daß die Schichten in Grundwasser tauchen, sich also dauernd kapillar sättigen können, so ist die Verdunstung bei den verschiedenen Korngrößen, entsprechend den vorstehenden Erfahrungen, eine fast gleiche. Nur die grobkörnigen Böden, die einer kapillaren Leitung nur im geringen Maße fähig sind, bleiben weit zurück.

Die Wasserverhältnisse eines Bodens werden daher neben der Wasserkapazität noch im hohen Grade durch die wechselnde Verdunstung beeinflußt. „Innerhalb gewisser Grenzen findet daher eine Ausgleichung in der Natur in bezug auf die Wassermengen statt, welche die Böden infolge der verschiedenen Feinheit ihres Kornes in mehr oder weniger hohem Grade zu fassen vermögen. Böden, die viel Wasser enthalten, verlieren hiervon durch Verdunstung beträchtlich größere Quantitäten als solche, welche nur einen geringen Feuchtigkeitsgehalt besitzen. Der Ausgleich ist zwar niemals ein vollständiger, tritt aber doch in dem Umfange hervor, daß die Bodenfeuchtigkeit in günstiger Weise reguliert wird. Das schädliche Uebermaß wird durch stärkere Verdunstung herabgedrückt und der niedrige Wassergehalt im Boden von geringer Kapazität geschont." (Eser l. c. p. 62.)

b) Ueber den Einfluß der mehr oder weniger dichten Lagerung der Bodenbestandteile stimmen alle Versuche darin überein, daß durch Lockerung die Verdunstung bedeutend herabgesetzt wird.

Versuche mit genau festgestellten Verhältnissen finden sich bei Eser. Dieser Forscher brachte unter geeigneten Vorsichtsmaßregeln dieselbe Bodenmenge in Gefäße, die 5 %, 10 % u. s. w. weniger faßten, als der locker gelagerte Boden.

Es verdunsteten bei gleicher Oberfläche und einem Volumverhältnis zur lockeren Erde von

	100%	95%	90%	85%	80%	70%	
Kalksand in 18 Tagen	1336	1603	1751	1763	1860	1935	in Wasser
Humose Erde, grob gesiebt in 10 Tagen	1978	2210	2242	2461	2625	2800	"
Humose Erde, fein gesiebt in 6 Tagen	762	795	850	920	987	1187	"

Die Ursache dieser Erscheinung ist wahrscheinlich auf die bessere kapillare Leitung, sowie auf die raschere Erwärmung des dicht gelagerten Bodens zurückzuführen.

Es ist nicht unwahrscheinlich, daß ein Teil der günstigen Wirkung der Bodenbearbeitung in dem veränderten Wassergehalt des Bodens zu suchen ist.

Die vorliegenden Beobachtungen zeigen jedoch noch so viele Widersprüche, daß zur Zeit ein abschließendes Urteil noch nicht möglich ist. Zweifellos ist aber eine Veränderung eines Bodens, welche den Wasserverlust durch Verdunstung um ein Viertel (andere Versuche zeigen noch größere Unterschiede) herabzusetzen vermag, für die Pflanzenwelt von hoher Bedeutung.

c) Durch **Krümelung** wird die Verdunstung dem feinkörnigen Boden gegenüber erheblich herabgesetzt. Es entspricht dies ganz der verminderten Leitung und der geringeren Wasserkapazität der krümligen Böden. Die betreffenden Verhältnisse lassen sich in folgenden Sätzen zusammenfassen:

1) Der Boden verdunstet im pulverförmigen Zustande mehr Wasser als im krümeligen.

2) In völlig und dauernd gesättigtem Zustande ist die Größe der Krümel ohne Einfluß auf die Verdunstung; im feuchten Zustande ist die Verdunstung um so geringer, je größer die Krümel sind.

3) Ein Gemisch von Krümel verschiedener Größe zeigt eine mittlere Verdunstung.

d) **Der Einfluß der Farbe des Bodens.**

Der Einfluß der Bodenfarbe geht mit der Erwärmung des Bodens Hand in Hand. Je mehr ein Boden Wärmestrahlen aufzunehmen vermag, um so höher steigt unter gleichen Verhältnissen seine Temperatur und damit seine Verdunstung.

Ist jedoch der Wasservorrat schon etwas erschöpft, so trocknen die obersten Schichten ab, wirken dann als eine schützende Decke und setzen die Verdunstung herab.

Man kann also den Einfluß der Färbung auf die Verdunstung dahin aussprechen, „daß ein Boden, so lange er noch größere Feuchtigkeitsmengen enthält, um so mehr Wasser verdunstet, je dunkler seine Oberfläche gefärbt ist (am stärksten schwarz, dann grau, braun, gelb, rot, am wenigsten weiß). Die entgegengesetzten Verhältnisse treten jedoch ein, sobald dem Boden durch Verdunstung größere Feuchtigkeitsmengen entzogen sind."

e) **Die Mächtigkeit der Bodenschicht.**

Die Mächtigkeit einer Bodenlage beeinflußt natürlich die Wassermenge, welche der Boden aufzunehmen vermag. Dementsprechend kann er, wenn tiefgründig, mehr Wasser verdunsten, und verdunstet davon mehr als ein flachgründiger Boden, hat jedoch bei länger anhaltender Dürre weniger zu leiden als dieser.

Am stärksten machen sich diese Unterschiede bei den grobkörnigen Bodenarten bemerklich, während sie bei feinkörnigen, namentlich im Zustande völliger Sättigung wenig ins Gewicht fallen. So verdunstete z. B. Lehmpulver in einer 10 cm hohen Schicht 483 Teile, in einer 30 cm hohen Schicht 461 Tl. Wasser. Beide Schichten waren mit Grundwasser dauernd in Berührung.

Ganz außerordentlich hoch werden dagegen die Unterschiede bei sandigen Bodenarten. So verdunsteten z. B.

Quarzsand, mit Grundwasser in Berührung, innerhalb 20 Tagen bei einer Höhe der Schicht von

30.	25.	20.	15.	10 cm
829	578	246	183	149 Tl. Wasser

feuchter Kalksand

bei einer Höhe von	30.	25.	20.	15.	10	
in 10 Tagen	449	427	392	331	225	Tl. Wasser
in ferneren 30 Tagen	176	151	103	71	20	"
Im Ganzen	625	578	495	402	245	"

Es ist hervorzuheben, daß in den ersten Tagen bei völliger Durchfeuchtung ein merkbarer Unterschied kaum vorhanden war, daß die Differenzen also erst bei stärkerer Abtrocknung hervortreten.

Ueber den Einfluß der Bodenmächtigkeit gelten daher folgende leicht verständliche Regeln:

1) Ist Boden mit Grundwasser in Berührung, so ist die Verdunstung um so geringer, je mächtiger die über dem Grundwasser befindliche Schicht ist.

2) Die Unterschiede treten um so mehr hervor, je weniger Wasser kapillar geleitet wird, also je grobkörniger ein Boden ist.

3) Je mächtiger eine Bodenschicht ist, um so mehr verliert sie im Laufe der Zeit Wasser durch Verdunstung.

Die Schnelligkeit der Verdunstung wird namentlich durch das Abtrocknen der obersten Schichten bedeutend herabgesetzt und um so mehr, je mächtiger die abgetrocknete Erdschicht ist. Die Verdunstung sank z. B., wenn Quarzsand mit einer nur zwei Zentimeter dicken trockenen Schicht bedeckt wurde, um fast zwei Drittel (von 2097 auf 720 in 7 Tagen); bei Kalksand unter gleichen Verhältnissen um ein Drittel (von 2925 auf 1922 in vier Wochen).

f. Die verschiedene Zusammensetzung des Bodens.

Die verschiedene chemische Zusammensetzung des Bodens beeinflußt die Wasserverdunstung ganz wesentlich. Auch hier muß zwischen dem Boden in völlig mit Wasser gesättigtem Zustande und solchem im Zustande einer relativen Trockenheit unterschieden werden.

Völlig mit Wasser gesättigte Böden haben eine nahezu gleiche Verdunstung, gleichgiltig aus welchen Stoffen sie bestehen.

So verdunsteten innerhalb zehn Tagen:

Quarzsand	Kalksand	Lehm	Torf	Erde
580	508	532	564	565 Teile Wasser

bei gleich großer Oberfläche. Die Abweichungen fallen fast völlig innerhalb der für den Versuch zulässigen Fehlergrenzen. Die Verdunstung ist hierbei meist ebenso groß oder selbst größer, als die einer gleich großen Wasserfläche.

Sehr stark macht sich jedoch die verschiedenartige Zusammensetzung bemerkbar, wenn der Boden etwas abgetrocknet ist. Aber auch hier gilt wieder die Regel, daß mit höherem Wassergehalt die Verdunstung steigt. Es verdunsteten z. B. innerhalb eines Monats:

	Quarzsand	Kalksand	Lehm	Torf	Erde
Wassergehalt	33.9 Vol. %	50.4 Vol. %	66.9 Vol. %	Vol. %	—
verdunstet	446	453	525	708	560

Auch in Gemischen wächst die Verdunstung mit der steigenden Wasserkapazität, also mit dem Inhalt an Thon und Humus, während Sand die Verdunstung herabsetzt.

Die hauptsächlich geltenden Thatsachen lassen sich daher in folgenden Sätzen zusammenfassen:

1) Bodenarten verschiedener Zusammensetzung verdunsten im gesättigten Zustande gleiche Wassermengen.

2) Im feuchten Zustande steigt die Verdunstung mit höherem Humusgehalt und fällt mit höherem Sandgehalt; Thon und thonreiche Böden stehen zwischen den genannten Stoffen etwa in der Mitte.

Ein Gehalt von Steinen im Boden setzt die Verdunstung wesentlich herab. Es wurde schon früher gezeigt, daß ein Gehalt an Steinen die Wasserkapazität herabsetzt und die kapillare Leitung erschwert. Dementsprechend wird die Verdunstung ermäßigt und zwar in einem ganz erheblichen Grade:

Kalksand	Kalksand mit Steinen vermischt verdunstete 90 Tl. + 10 Steine	80 + 20 Steine	70 + 30 Steine
284	216	191	165

Ein Gehalt von dreißig Prozent Steinen vermochte also die Verdunstung um ein Viertel zu ermäßigen.

Bedenkt man, daß die Wasserkapazität nicht im gleichen Maße mit den vorhandenen Steinen sinkt, das Eindringen des Wassers nur mäßig, die kapillare Leitung durch einen Gehalt des Bodens an Steinen nur wenig herabgesetzt werden, und zieht man endlich die Verdunstung in Betracht, so ergiebt sich aus allen diesen Verhältnissen, daß ein mäßiger, namentlich allseitig im Boden verteilter Gehalt an Steinen die Frische des Bodens erheblich steigert. Namentlich im Waldboden wird ein mäßiger Steingehalt eher günstig als schädlich einwirken.

Vergleicht man die Verdunstung eines Bodens mit einer gleich großen Wasserfläche, so zeigen eine ganze Anzahl sorgfältiger Versuche, daß im völlig wassergesättigten Zustande die Verdunstung gleich oder im Boden größer ist. Namentlich Versuche von Haberlandt (Untersuchg. auf d. Gebiete d. Pflanzenbaues II. p. 29. Wien 1877) von Masure (Ann. agronomiq.) und von Wilhelm (Boden und Wasser S. 63. Wien 1861) zeigen dies mit größter Deutlichkeit und beweisen, welche enormen Wassermengen unmittelbar nach starken Regen dem Boden verloren gehen können. Die nachstehende Tabelle gibt einzelne dieser Versuche (nach Haberlandt).

	Wassergehalt	I. Versuch 30. April	II. Versuch 2. Mai	III. Versuch 3. Mai	IV. Versuch 5. Mai	Mittel aus 4 Versuchen	Verhältnis zur Verdunstung des Wassers = 100
Temperatur	—	10.4°	12.6°	17.1°	18.4°	—	—
Luftfeuchtigkeit	—	86%	76%	74%	69%	—	—
Verdunstung von Wasser	—	2.33 gr	4.38 gr	11.71 gr	21.69 gr	10.03 gr	100
Ackererde	15%	2.47	5.03	11.79	17.01	9.07	90.40
	25 „	2.62	5.57	16.89	25.76	12.71	116.75
	35 „	2.73	5.72	17.24	27.72	13.35	133.13
Sand	10 „	2.41	4.81	12.41	17.05	9.17	91.44
	15 „	2.61	5.01	14.44	23.28	11.33	113.03
	25 „	2.78	5.70	15.09	24.48	12.01	119.79
Moorerde	50 „	1.53	4.18	11.98	13.26	7.74	77.16
	75 „	1.94	4.57	13.29	16.76	9.14	91.15
	100 „	2.55	4.86	16.16	21.46	9.38	112.25

Theoretisch läßt sich diese Erscheinung namentlich auf Oberflächenspannungen zurückführen. Es liegen schon ältere Arbeiten vor, aus denen hervorgeht, daß ein System un-

endlich vieler, neben einander gelagerter Kapillarröhren, und als solche läßt sich der Boden auffassen, mehr Wasser verdunsten muß, als eine ebene Wasserfläche von gleicher Größe. (Vergl. Magnus, Pogg. Ann. Bd. 24. S. 463 und Marcet, Compt. rend. 66. p. 316.)

V. Die Farbe des Bodens.

§ 11. Unter den leicht wahrnehmbaren Eigenschaften eines Bodens steht die Färbung obenan; sie hat nur für die Wärmeaufnahme und Ausstrahlung Bedeutung.

Mit Ausnahme der Humusböden, welche eine dunkle Farbe haben, sind fast sämmtliche Bodenarten gefärbt. Die Hauptbodenbestandteile sind farblos, wie Quarz und Kalkspath. Der Boden aus diesen Stoffen erscheint durch die feine Verteilung und die dadurch bewirkte totale Reflexion des Lichtes weiß; ebenso auch der Kaolin. Die mannigfachen Bodenfärbungen sind nur eine Folge beigemischter färbender Bestandteile. Als solche treten neben den humosen Stoffen fast nur die Oxyde und Salze des Eisens auf; recht selten nimmt einmal Mangan als Mangansuperoxyd daran Teil.

Hierzu kommen noch solche Bodenarten, die Reste unzersetzter Mineralien enthalten (Orthoklas in den nordischen Diluvialsanden, Hornblendekörner u. s. w.). Aber auch diese Mineralien sind im reinen Zustande farblos oder nur schwach gefärbt; erst ein reichlicher Eisengehalt oder Ausscheidung von Oxyden dieses Metalles bewirken die Färbung (vergl. Verwitterung).

Durch humose Stoffe gefärbte Erden sind allgemein verbreitet. Die färbende Kraft dieser Körper ist jedoch nicht für alle Bodenarten die gleiche; namentlich thonreiche Abarten können einen reichlichen Gehalt an organischen Stoffen besitzen, ohne die dunkle Farbe derselben erheblich hervortreten zu lassen. Es scheint dies auf einer innigen Mischung und Durchdringung zu beruhen, welche Thon- und Humusstoffe mit einander eingehen.

Viel bedeutsamer macht sich die färbende Kraft im Sandboden bemerkbar. Schon ein Gehalt von 0.2—0.5% reicht aus, um eine graue Färbung hervorzurufen; zwei bis sechs Prozent bringen im feuchten Zustande schon eine tiefgraue, zehn Prozent eine fast rein schwarze Farbe hervor.

Verhältnismäßig selten finden sich mehr oder weniger grün gefärbte Bodenarten, obgleich Gesteine von dieser Farbe nicht grade sparsam sind. Die grüne Färbung wird fast ausnahmslos durch Salze des Eisenoxyduls hervorgerufen. Bei der großen Neigung derselben mehr Sauerstoff aufzunehmen und in Oxyd überzugehen ist das seltene Vorkommen der grünlichen Färbung in verwitterten Böden erklärlich.

Am verbreitetsten sind die roten und gelben bis braunen Färbungen. Diese werden durch fein verteiltes Eisenoxyd und Eisenoxydhydrat hervorgerufen.

Beide Stoffe können bei der Oxydation der Eisenoxydulverbindungen entstehen; sie finden sich in verwitternden Gesteinen häufig neben einander. Anderseits kann Eisenoxyd durch Wasseraufnahme in das Hydrat verwandelt werden. In einem vom Verf. beobachteten Profil eines Keuperlettens fand sich dieser in größerer Tiefe (2—3 m) grün gefärbt, hierauf folgte (nach oben) eine Schicht in der sich grüne und rote Streifen mischten, dann eine rot gefärbte Erdlage, während die Bodenkrume eine gelbbraune Färbung hatte. Es lassen sich so alle Uebergänge vom Eisenoxydul zu Oxyd und dessen Hydrat neben einander beobachten.

Die Menge der färbenden Teile ist auch bei den Eisenverbindungen eine außerordentlich wechselnde. Während braun gefärbter Lehm oder rot gefärbter Thon nicht selten 5—10 % Eisenverbindungen enthalten, können Sande schon durch eine viel geringere Menge stark gefärbt werden. Vom Verf. beobachtete Sande zeigten so bei einem Gehalt unter 1 % Eisenoxyd eine rote, weithin auffällige Färbung.

VI. Boden und Wärme.

§ 12. **Die Quellen der Wärme.** Der Boden kann Temperaturveränderungen aus drei Ursachen erleiden. Einmal kann er Wärme erhalten aus den tieferen Erdschichten, die eine höhere Temperatur haben, dann durch chemische und physikalische Vorgänge, bei denen Wärme frei wird, und endlich durch Wärmestrahlung der Sonne, bez. der Himmelskörper.

Durch zahlreiche Beobachtungen ist festgestellt, daß die Temperatur in den tieferen Erdschichten zunimmt. Diese Zunahme ist überall vorhanden, jedoch nach Gesteinsart, Erhebung über den Meeresspiegel u. s. w. verschieden. Erhebliche Einflüsse können Kohlenflötze ausüben, deren langsame Zersetzung noch fortwährend Wärme frei macht, sowie Quellen, welche das Gestein durchfließen. Die Quellen können in seltenen Fällen die Temperatur steigern (Thermen), werden dieselbe jedoch meistens erniedern. So gibt Becquerel (M. u. Edm. Becquerel; Compt. rend. 86 p. 1225) an, daß die Bodentemperatur in 16 m und in 36 m Tiefe durch Wasseradern, die nach der Seine abfließen, in der Nähe von Paris stark beeinflußt wird.

Aus einer großen Zahl Einzelbeobachtungen hat man als mittleren Wert eine Temperaturzunahme von 2.85° auf 100 Meter gefunden; also etwa 1° C. auf je 30 Meter. Allerdings schwankt die Zunahme ganz beträchtlich, die Extreme sind bisher in der Wearedale Grube in Northumberland (1° auf 5,7 m) und in Liverpool (Bootle-Wasserwerke, 1° auf 22 m) gefunden.

Die Wärmemenge, welche jedoch durch die Leitung der inneren Erdewärme der Oberfläche geboten wird, ist eine so geringe, (namentlich infolge der geringen Leitungsfähigkeit der Gesteine), daß die durchschnittliche Erhöhung der Temperatur nur auf 1/30° geschätzt worden ist; also als völlig verschwindend betrachtet werden kann.

Von etwas mehr Einfluß, wenn auch nur unter bestimmten Verhältnissen von Bedeutung, sind die Wärmemengen, welche durch chemische oder physikalische Prozesse frei werden.

Bei allen den mannigfaltigen Verwitterungsvorgängen bilden sich, wie überhaupt bei chemischen Umsetzungen, fast ausschließlich solche Verbindungen, die eine geringere Molekularwärme besitzen, als diejenigen hatten, aus denen sie hervorgegangen sind; d. h. bei der Umsetzung, also auch bei der Verwitterung wird Wärme frei. Einen meßbaren Betrag für die Oberflächentemperatur nimmt diese Wärme jedoch nicht an. Die Entwicklung ist eine sehr langsame und die Wärmemengen selbst sind gering.

Dagegen macht die Zersetzung der humosen Stoffe ziemlich erhebliche Wärmemengen frei. Die Umbildung erfolgt dabei fast ausschließlich in der warmen Jahreszeit, da die Zersetzung der humosen Stoffe innerhalb der auftretenden Temperaturen fast gleichmäßig mit denselben steigt und fällt.

Namentlich wenn Anhäufungen von organischen Stoffen sich vorfinden, kann die Temperatur oft erheblich gesteigert werden. Der Gartenbau macht hiervon bei der Anlage von Mist- und Treibbeeten Anwendung.

Auch in forstlichen Verhältnissen kann diese Wärmequelle in Frage kommen. Wenn bei einer Bodenbearbeitung starke Wurzelmassen (Grasschichten) oder Laub- und Moosschichten dem Boden einverleibt werden, so kann eine nicht unerhebliche Temperatursteigerung im Erdboden bewirkt werden. Es tritt dies wohl am stärksten hervor, wenn die gesamte organische Schicht in einiger Tiefe liegt und wird den Pflanzenwuchs je nach Bodenart und Feuchtigkeitsverhältnissen günstig oder ungünstig beeinflussen. Das letztere wohl nur auf Sandboden.

Die Erwärmung des Bodens, welche durch die Zersetzung von organischen Resten erfolgt, fällt wie angegeben fast nur in die warme Jahreszeit; es sind dafür höchstens sechs Monate (Mai bis Oktober) in Rechnung zu stellen.

Nach Ebermayer erzeugt der Hochwald im großen Durchschnitt jährlich etwa 3000 kl Streu auf das Hektar Fläche. Nimmt man die Zusammensetzung der Streu zu 50 % Kohlenstoff und 6 % Wasserstoff an, so läßt sich wenigstens annähernd berechnen, wie viel Wärmeeinheiten bei der Zersetzung des Humus frei werden. Im allgemeinen kann man annehmen, daß die Umbildung der organischen Stoffe, zunächst in Humus, zuletzt in Kohlensäure und Wasser, ziemlich gleichmäßig fortschreitet und eine Ansammlung von humosen Stoffen nur im beschränkten Maße stattfindet.

Als Wärmeeinheit oder Kalorie bezeichnet man die Wärmemenge, welche notwendig ist, die Temperatur einer Gewichtseinheit (1 gr) Wasser um 1° Celsius zu erhöhen.

Bei der Verbrennung entwickelt 1 gr Kohlenstoff etwa 7500 Kalorien Wärme; 1 gr Wasserstoff, dagegen 30000 Kalorien (1 gr Kohlenstoff kann also die Temperatur von 7500 gr Wasser, 1 gr Wasserstoff von 30000 gr Wasser bei der Verbrennung um 1° erhöhen). Diese Zahlen sind allerdings nicht direkt auf die Humusstoffe übertragbar, da sie für freien Kohlenstoff und freien Wasserstoff gelten, die doch in jenen im gebundenen Zustande vorhanden sind; die Angaben müssen daher zu hoch ausfallen, sind aber immerhin geeignet, um einen Begriff von den Wärmemengen zu geben, welche dem Boden auf diese Weise zugeführt werden können.

Unter Annahme der oben angegebenen Zusammensetzung der humosen Stoffe ergibt sich dann folgende Rechnung:

3000 Kl. Streu = 1500 Kl. Kohlenstoff
(auf 1 Hektar) = 180 Kl. Wasserstoff
also auf 1 qm = 150 gr Kohlenstoff = 1.125.000 Cal.
18 gr Wasserstoff = 540.000 Cal.
Zusammen = 1.665.000 Cal.

Nimmt man die humose Bodenschicht zu 20 cm, den Wassergehalt zu 10 Vol. % und ein Luftvolum von 30 Vol. % an, so würde die im Boden vorhandene Wassermenge 20 Liter betragen; das vorhandene Wasser würde bei einer Zersetzungsdauer von 180 Tagen für jeden Tag um 0.46° erwärmt werden. Stellt man noch die 60% fester Bodenbestandteile mit einer Wärmekapazität von durchschnittlich 0.25 ein, so erniedrigt sich die wahrscheinliche tägliche Erwärmung zu etwa 0.18° Celsius.

Beobachtungen, die in gedüngten Feldern angestellt wurden (Wagner, Forschg. d. Agrikulturphysik 5. S. 373), ergeben z. Th. nicht unbedeutende Zahlen. Allerdings muß man berücksichtigen, daß der zugeführte Dünger in einem Zustande ist, der eine rasche Zersetzung veranlaßt. So fand Wagner für gedüngte Felder (Ernterückstände bez. zugeführte Düngestoffe) eine Temperaturerhöhung von:

27. Mai bis 10. Juni von 0.13 bis 0.58°
10. Juni „ 25. „ „ 0.14 „ 0.58°
26. „ „ 10. Juli „ 0.09 „ 0.48°
11. Juli „ 31. „ „ 0.09 „ 0.37°

Wagner schließt daraus, daß die Zersetzung rasch einen Höhepunkt erreicht und dann allmählich zurückgeht. Dieselbe wird durch reichlichen Wassergehalt stark gesteigert, dagegen bei Temperaturen unter 10° sehr geschwächt.

Für die Verhältnisse des Waldes sind diese Erfahrungen nur relativ übertragbar; wenigstens was die beobachteten Temperaturerhöhungen betrifft; wohl aber erhalten sie Bedeutung, wenn der allmählich angesammelte Humus durch Lichtung oder Abtrieb rasch der Zersetzung anheimfällt.

Nach Ebermayer finden sich im Buchenhochwalde etwa 10000 Kl, im Fichtenwalde 13000 Kl, im Kiefernwalde sogar etwa 18000 Kl Streu auf dem Hektar. Unter Grundlegung der oben für die Zersetzung der Humusstoffe angenommenen Wärmeentwicklung, würde die Temperatur sich im Buchenwalde um 1.5° C.; im Fichtenwalde um etwa 2°;

im Kiefernwalde sogar um 2.7° steigern können, wenn die Umbildung in einer Vegetationszeit wesentlich beendet ist. Diese Zahlen verdienen dann ganz sicher die Aufmerksamkeit der Forstmänner.

Neben den chemischen Umsetzungen sind noch physikalische Prozesse als Wärmequellen für den Boden wirksam. Unter Umständen können die letzteren sogar einen erheblichen Betrag erlangen. Es ist dabei jedoch zu berücksichtigen, daß die physikalischen Wärmequellen nur zeitweise wirken und indem sie die gesamten Wärmemengen entwickeln, einmalige Wirkungen hervorbringen, um dann für längere Zeit wieder außer Thätigkeit gesetzt zu werden.

Die durch physikalische Prozesse bewirkte Temperatursteigerung ist auf die Kondensation von Gasen und Flüssigkeiten zurückzuführen (vergl. Kondensation); hierbei werden erhebliche Wärmemengen frei. Nach Gewittern oder nach Regen, die einen mehr oder weniger trocknen Boden treffen, hat man im Boden Temperatursteigerungen von mehreren Grad gefunden, die nur durch Kondensation erklärt werden können. Das Gleiche gilt für Rieselwässer, die sich bei wiederholter Benutzung unter Umständen über die Temperatur des Bodens und der umgebenden Luft zu erwärmen vermögen.

Den allein maßgebenden Einfluß auf die Erwärmung des Bodens übt jedoch die Sonne aus, die durch ihre Wärmestrahlung die Erdtemperatur völlig beherrscht. Die geringen Wärmemengen, welche die Erde von andern Gestirnen empfängt, sind verschwindend.

Die Erwärmung des Bodens.

Litteratur. Schumacher, Physik des Bodens 1864. Pfaundler, Pogg. Ann. 129. S. 102. v. Liebenberg, Untersuchungen über die Bodenwärme. Halle 1875. Lang, Forschg. d. Agrikulturphysik 1. Bd. S. 109.

§ 13. Die Erwärmung des Bodens ist abhängig von seiner chemischen Zusammensetzung, seiner physikalischen Beschaffenheit (Farbe, Lagerungsweise, Korngröße u. s. w.), seinem Wassergehalt, der Exposition und der Bedeckung.

a) Die chemische Zusammensetzung macht sich zunächst durch die verschiedene Wärmekapazität der Bodenbestandteile geltend.

Als Einheit für die Messung der Wärmekapazität dient diejenige Wärmemenge, welche notwendig ist um eine Gewichtseinheit Wasser um 1° Celsius zu erwärmen; hat demnach ein Körper z. B. eine Wärmekapazität von 0.5, so wird die Hälfte der Wärmemenge, welche für Wasser erforderlich ist, ausreichen, die Temperatur desselben um 1° C zu erhöhen.

Die Wärmekapazität kann auf Gewicht wie auf Volumen bezogen werden. Die gebräuchlichen Angaben sind immer auf das erstere zurückgeführt; für die Bodenkunde ist jedoch die Berechnung auf Volumen vorzuziehen.

Berücksichtigt man nur das Gewicht, so ist die Korngröße der Körper ohne Einfluß auf die Wärmekapazität. Im folgenden ist diese für die wichtigsten Bodenbestandteile nach Lang angegeben

Quarzsand . .	0.196	Torf (Humus)	0.477
Kalksand . .	0.214	(Wasser . . .	1.00)
Kaolin . . .	0.233		

Den Haupteinfluß üben demnach Wasser und humose Substanzen auf die Wärmekapazität des Bodens aus.

Viel gleichmäßiger zeigen sich dagegen die Bodenbestandteile, wenn man die Wärmekapazität auf Volumen bezieht. Lang fand für die genannten Stoffe:

Quarzsand . .	0.517	Kaolin . . .	0.576
Kalksand . .	0.582	Torf . . .	0.601

Nach diesen Zahlen würde man für gleiche Bodenvolume die Wärmekapazität fast völlig vernachlässigen können. Untersuchungen von v. Liebenberg lassen jedoch viel erheb-

lichere Unterschiede hervortreten. Dieser Forscher arbeitete mit natürlichen, bei 100 ° getrockneten Bodenarten. Er fand z. B.

	Vol. Gew.	Wärmekapazität (Gewicht)	(Volumen)
Basaltboden (humos)	1.15	0.301	0.346
Tartiärthon	1.19	0.161	0.192
Diluvialsand	1.66	0.160	0.266
Diluvialmergel	1.40	0.249	0.349
Grandboden	1.15	0.380	0.437
Sandmoorboden	1.06	0.261	0.303

Da die Bestandteile mit geringer Wärmekapazität ein hohes, die mit hoher Wärmekapazität dagegen ein niederes spezifisches Gewicht haben, so gleichen sich hierdurch die Unterschiede bei den verschiedenen Bodenbestandteilen immerhin erheblich aus.

Von ganz entscheidendem Einfluß ist dabei der Wassergehalt, derselbe bedingt in erster Reihe die langsamere oder raschere Erwärmung des Bodens.

Die Wärme wird dem Boden ganz überwiegend durch Strahlung zugeführt. Die Bewegung der strahlenden Wärme ist der des Lichtes ganz gleichartig und unterscheidet sich von letzteren nur durch geringere Wellenlängen. Körper, die von Wärmestrahlen getroffen werden, erwärmen sich dem entsprechend auch nur dann, wenn sie die auffallenden Strahlen zu absorbieren vermögen.

Gleichzeitig mit der Wärmeaufnahme geht eine Wärmeausstrahlung Hand in Hand. Versuche haben ergeben, daß beide gleichwertig sind; daß also Körper, welche viele Wärmestrahlen aufnehmen (sich rasch erwärmen), auch viele ausstrahlen (rasch abkühlen).

Erfahrungsmäßig ist nun die Wärmeaufnahme von einer Reihe Eigenschaften der Körper abhängig; so namentlich von der Farbe und der Beschaffenheit der Oberfläche.

b. Einfluß der Farbe auf die Wärmeaufnahme.

Litteratur. Wollny, Forschg. der Agrikulturphysik 1. p. 43. Lang, ebenda Bd. 1. S. 379.

§ 14. Die ausführlichsten Arbeiten über den Einfluß der Farbe auf die Erwärmung der Bodenarten sind von Wollny durchgeführt.

Als allgemeine Regel gilt, daß sich die Bodenarten um so rascher erwärmen, je dunkler ihre Färbung ist. Die dunkel, und namentlich im nassen Zustande fast schwarz gefärbten humosen Böden daher am raschesten.

Eine große Anzahl von Untersuchungen sind mit Stoffen ausgeführt, deren Oberfläche künstlich gefärbt war und deren Temperatur dementsprechend einen Maßstab für die Wirkung der Farbe abgab. Ueberall zeigten die dunkler gefärbten Bodenarten eine höhere Temperatur, wenn auch der Grad der Erwärmung durch die Wärmekapazität und Wärmeleitung der einzelnen Bestandteile nicht unerheblich beeinflußt wurde. Namentlich bei den Versuchen von Lang tritt dies hervor; die abweichenden Versuche Schübler's (Grundsätze der Agrikulturchemie 1830. II. S. 93) sind wohl auf die befolgte Methode zurückzuführen.

Die Ausstrahlung der dunkler gefärbten Bodenarten ist, dem Vorausgeschickten entsprechend, eine erheblichere, ohne daß jedoch die Temperatur unter die der helleren Bodenarten herabsinkt.

Wollny faßt das Resultat seiner zahlreichen Beobachtungeu in dem Satze zusammen:

„Die Farbe der Oberfläche hat auf die Erwärmung der Böden im trocknen Zustande dann einen wesentlichen Einfluß, wenn das Verhalten der mineralischen Bestandteile ein annähernd gleiches und die Menge der organischen Substanzen (Humus) so gering ist, daß

zwar die Farbe dadurch dunkler wird, aber die spezifische Wärme und die Wärmeleitung keine bedeutende Abänderung erfahren. Wird diese Grenze im Humusgehalte überschritten oder treten in ihren sonstigen Eigenschaften größere Unterschiede auf, so kann der Einfluß der Farbe vermindert, auch wohl völlig beseitigt werden."

Die übrigen hierher gehörigen Regeln faßt Wollny dahin zusammen:

1. Der (trockne) Boden mit dunkel gefärbter Oberfläche ist während der wärmeren Jahreszeit durchschnittlich wärmer als solcher mit heller Oberfläche,

2. Die täglichen Schwankungen sind in dunkeln Böden durchschnittlich größer als in hellen.

3. Zur Zeit der täglichen Maximaltemperatur sind die Temperaturunterschiede zwischen hellen und dunkeln Böden am größten, z. B. des Temperaturminimums sehr gering.

4. Die Wärmeabnahme erfolgt in der Nacht rascher in dunkel gefärbten Böden, ohne daß sich die Temperatur unter die der hell gefärbten senkt.

5. Die Temperaturunterschiede verschwinden fast völlig bei fehlender Bestrahlung und in der kälteren Jahreszeit.

c) Physikalische Unterschiede der Bodenarten treten in der Wärmeleitung stärker hervor und werden bei dieser abgehandelt. Für die Aufnahme der Wärme gilt der allgemeine Satz, daß Körper mit rauher Oberfläche die Wärme besser aufnehmen (und auch ausstrahlen) als solche mit glatter Oberfläche.

c. Die Wärmeleitung im Boden.

§ 15. Neben der Strahlung der Wärme unterscheidet man noch die Wärmeleitung. Während die erstere von der Berührung der Körper verschiedener Temperatur unabhängig ist, ja sogar am vollständigsten im luftleeren Raume erfolgt, bedingt die Wärmeleitung die Berührung zweier verschieden erwärmter Körper. Es erfolgt dann ein Ausgleich der Temperatur gewissermaßen von Molekül zu Molekül bis ein Gleichgewicht (d. h. gleiche Temperatur) hergestellt ist. Je nach der Geschwindigkeit, mit welcher die Wärme geleitet wird, unterscheidet man gute und schlechte Wärmeleiter.

Im Boden sind immer Schichten von verschiedener Temperatur vorhanden. Im Sommer ist die Temperatur der Oberfläche in der Regel höher als in der Tiefe, es erfolgt eine Leitung von oben nach unten. In der Winterzeit treten die umgekehrten Verhältnisse ein, die Oberfläche erkaltet stark, und es erfolgt ein Ausgleich der Wärme nach oben.

d. Die Wärmeleitung der Bodenbestandteile.

Litteratur. Haberlandt, Wissenschaftl. praktische Untersuchungen 2c. 1875. Wien I. S. 33. v. Littrow, Sitzungsber. d. k. k. Akademie. Wien 1875. Bd. 1. Pott, Agrikulturchemische Versuchstationen Bd. 1. 20. S. 273. Wagner, Forschg. d. Agrikulturphysik 6. S. 1.

Die Wärmeleitung aller im Boden vorkommenden Stoffe ist eine geringe. Die Wärmeleitung wird durch die chemische Zusammensetzung, die Korngröße und im noch höheren Grade durch den Wassergehalt bedingt und beeinflußt.

Die vorliegenden Versuche sind fast in keinem Fall auf eine Einheit zurückgeführt. Die Berechnung aus dem vorliegenden Material ist schwierig und, da es auch mehr auf die relativen Verhältnisse ankommt, hier nicht versucht worden.

Im Allgemeinen kann man die Regel gelten lassen, daß die Leitungsfähigkeit der verschiedenen Stoffe mit dem spezifischen Gewicht steigt und fällt, namentlich gilt dies für die untersuchten Gesteinsarten; so ergeben Versuche von Haberlandt (die Wärmeleitung des schlechtest leitenden untersuchten Gesteines ist hier = 1 gesetzt):

	spez. Gew.	W. L.
Granit	2.712	1.4
Marmor	2.797	1.3
Laithakalk	2.38	1.2
Sandstein	1.91	1.0

Untersuchungen, wie die Zertrümmerung eines solchen Gesteines die Wärmeleitung beeinflussen würde, liegen nicht vor; dagegen eine ganze Anzahl von Versuchen, die mit gleichartigen Bodenbestandteilen verschiedener Größe ausgeführt sind.

Wagner fand z. B. folgende Werte für die durchschnittliche Wärmeleitung (auch hier der am geringsten leitende Körper = 1 gesetzt):

Lehmpulver		1.—	Quarzpulver		1.13
Lehmkrümel	(0.5 —1 mm)	1.08	Quarzsand	(0.00—0.25 mm)	1.13
"	(1 —2 mm)	1.07	"	(0.25—0.50 mm)	1.10
"	(2 —4.5 mm)	1.12	"	(0.50—1.00 mm)	1.14
"	(4.5 —6.75 mm)	1.15	"	(1.00—2.00 mm)	1.28
"	(6.75—9.00 mm)	1.19	Gemisch von	(0.00—2.00 mm)	1.15

Die relative Leitungsfähigkeit steigt also mit der Korngröße. Es ist dies eine Folge der zwischengelagerten Luftschichten. Die Luft ist ein sehr schlechter Wärmeleiter. Während im Gestein die Leitung gleichmäßig fortschreitet, ist jedes Körnchen durch ein Luftschicht getrennt, welche die Leitung unterbricht und so gewissermaßen als Isolator wirkt.

In innigster Beziehung zu diesem Verhalten steht es, daß die dichtere Lagerung der Böden, sowie ein Gehalt an beigemischten Steinen die Leitung der Wärme merkbar befördert. So verhielt sich nach Pott die relative Wärmeleitung von:

	locker	fest eingestampft
Kaolin	1	1.68
Humus	1	1.1
Quarz	1	1.06

Der Einfluß der Steine wurde durch Einlagerung von haselnuß- bis hühnereigroßen Quarz- und Kalksteinen festgestellt. Die Wärmeleitung wurde dadurch stark (fast um 25 %) gesteigert.

Die Wärmeleitung der verschiedenen Bodenbestandteile im trocknen Zustande ist wiederholt bestimmt worden. Nach Wagner leitet der Quarz die Wärme am besten, der Humus am schlechtesten, während Thon und Kalk eine mittlere Stellung einnehmen. Setzt man die Leitungsfähigkeit des Humus = 1, so ist die von:

Humus	1.00	Eisenoxydhydrat .	1.06
Kaolin	1.05	Quarz	1.24
kohlensauren Kalk	1.05		

Diese Reihenfolge gilt für festgestampfte Boden; durch lockeres Einfüllen lassen sich oft ganz abweichende Zahlen erhalten; alle diese Angaben können nur relativ, nie absolut richtig sein.

e. Der Einfluß des Wassers auf die Wärmeleitung im Boden.

Litteratur. Außer den angegebenen Arbeiten noch Wollny, Landwirtschaftliche Jahrbücher 1876. Bd. 5. S. 441. Derselbe, Forschg. d. Agrikulturphysik 4. S. 147.

Die Leitungsfähigkeit des Wassers für Wärme ist eine geringe, trotzdem ist sie noch etwa dreißig mal so groß, als die der Luft. Hieraus ergibt sich, daß der Wassergehalt eines Bodens, der ja im wesentlichen ein gleiches Volumen Luft verdrängt, einen bedeutsamen Einfluß auf die Wärmeleitung ausüben muß. Hierzu kommt noch die hohe Wärme-

kapazität und die Verdunstung des Wassers, welche immer Wärme bindet, um den Einfluß desselben zu einem vielfach entscheidenden zu machen.

Sieht man von diesen letzten Faktoren zunächst ab, so wird die Leitungsfähigkeit der Bodenarten durch Wasser erheblich gesteigert.

Versuche von Pott ergeben z. B. folgende Verhältnisse:

Kreide	trocken	: naß	(52.90 Vol. % HO)	= 1 : 1.8
Humus	„	: „	(63.2 „ „	= 1 : 1.01
Kaolin	„	: „	(59.7 „ „	= 1 : 1.7
Quarzsand	„	: feucht	(9.9 „ „	= 1 : 1.7
„	„	: naß	(42.9 „ „	= 1 : 1.8

Nach dem letzten angeführten Versuche scheint die Steigerung der Wärmeleitung schon bei mäßigem Wassergehalte eine sehr starke zu sein und von da an nur noch langsam zuzunehmen. Dies zeigen auch Untersuchungen von Wagner, der für Quarzsand von verschiedener Korngröße „mit Wasser gesättigt“ folgende Zahlen gibt: (trocken : naß):

		Wassergehalt:	
Quarzsand	(0.25—0.5 mm)	19.82 Vol. %	= 1 : 1.7
„	(0.5 —1 mm)	12.01 „	= 1 : 1.8
„	(1 —2 mm)	8.33 „	= 1 : 1.7

Die Auffassung Wagners, daß weniger die Leitungsfähigkeit des Wassers ins Gewicht falle, sondern die der Gesteinsbestandteile im feuchten Zustande mehr hervortrete, hat daher viel Berechtigung.

Für die Wärmeverhältnisse des natürlichen Bodens kommt noch die durch Verdampfung des Wassers gebundene Wärmemenge, sowie der Einfluß der Bodenbedeckung bez. der Pflanzenwelt in Betracht. Diese Punkte werden später besprochen werden. Aus der Mannigfaltigkeit der Einflüsse wird man aber ersehen können, wie schwer es ist, für die Temperaturverhältnisse der „gewachsenen“ Bodenarten allgemeine Regeln festzustellen.

VIII. Kondensationserscheinungen im Boden.

Litteratur. Soyka, Forschg. d. Agrikulturphysik 8. Bd. S. 2. Döbrich, Ann. der Landwirtschaft Bd. 52. S. 181. Ammon, Forschg. der Agrikulturphysik 2. S. 1.

§ 16. Alle Körper haben die Eigenschaft, auf ihrer Oberfläche Gase oder Flüssigkeiten zu verdichten. Die Stärke, mit der dies geschieht, ist sehr verschieden und wird außer durch die chemischen Eigentümlichkeiten noch durch Temperatur und Luftdruck beeinflußt. Die kondensierte Gasmenge wächst mit der Oberfläche der Körper, ist also für den Boden sehr stark von der Korngröße abhängig.

Wie sehr dies der Fall ist, geht aus den Berechnungen Soyka's hervor, der die verdichteten Gasmassen für die dichteste und lockerste Lagerung der Bodenbestandteile festzustellen suchte. Soyka geht dabei z. B. von der Annahme aus (die durch andere Versuche ihre Berechtigung erhält), daß 1 qmm Oberfläche 0.0157 cm Kohlensäuregas zu kondensieren vermag. So findet er folgende Gasmassen im Boden:

Halbmesser des Kornes	Kondensiertes Gas	
	bei dichtester Lagerung	bei lockerster Lagerung
0.005 mm	6.97 Liter	4.93 Liter
0.010 mm	3.48 „	2.47 „
0.050 mm	0.69 „	0.49 „
0.100 mm	0.35 „	0.25 „
0.500 mm	0.07 „	0.05 „
1.000 mm	0.04 „	0.03 „

Diese Gashüllen werden unter gewöhnlichen Umständen nicht oder nur teilweise

durch Wasser verdrängt und geben so ein Bild von den bedeutenden Gasmengen, die im Boden vorhanden sind. Verhalten sich auch die verschiedenen Bodenbestandteile gegenüber den Gasen sehr abweichend und ist anderseits die Kohlensäure nächst dem Wasser das am leichtesten verdichtbare Gas; so ist eine solche Berechnung doch recht geeignet, einen Begriff von der Wichtigkeit dieser Erscheinung zu geben und zu zeigen, daß die Kondensation mit der Oberfläche bez. der Feinheit der Bodenbestandteile wächst.

Das Verhalten der Bodenbestandteile gegen die wichtigsten Gase.

a. Gegen Wassergas.

Die Kondensation der Gase wächst im allgemeinen mit der Leichtigkeit, mit der diese in die flüssige Form überzuführen sind. Dementsprechend wird Wassergas, Ammoniak, Kohlensäure stärker aufgenommen, als Stickstoff oder Sauerstoff. Namentlich Wassergas wird rasch und in größeren Mengen kondensiert.

Auch hier macht sich die Korngröße bemerkbar, dabei aber fast nur für die Bestandteile, welche wie Quarz eine homogene Masse bilden; für Lehmkrümel, die porös und für Gase durchdringbar sind, treten die Unterschiede der Korngröße nur sehr wenig hervor. So kondensierten bei gleicher Temperatur 100 cc

Quarzsand	0.2 mm D. —	453 ccm —	0.133 Gew. % H_2O
"	0.4—0.75 " " —	278 " —	0.078 "
Lehmpulver		15386 " —	4.459 "
Lehmkrümel	0.3—0.76 " " —	14323 " —	4.155 "
"	0.75—1.8 " " —	14098 " —	4.086 "

Bei der Bedeutung, welche man früher der Kondensation von Wassergas für die Fruchtbarkeit der Erden beigelegt hat, mag es gestattet sein, diese Verhältnisse etwas eingehender darzulegen:

Die folgenden Zahlen geben die durch Kondensation aufgenommenen Wassermengen für die wichtigsten Bodenbestandteile und lassen gleichzeitig die Abhängigkeit von der herrschenden Temperatur hervortreten.

Es kondensieren Wassergas in mit Feuchtigkeit gesättigter Luft:

Temperatur	Humus		Eisenoxydhydrat		Quarzpulver		Kohlensaurer Kalk		Kaolin	
	100 ccm condens. ccm W.G.	Gew. %	100 cc = c. W.G.	Gew. %	100 cc = c. W.G.	Gew. %	100 cc = c. W.G.	Gew. %	100 cc = c. W.G.	Gew. %
— 10°	12718	8.45	12973	2.89	2026 .	0.63	208	0.07	5378	1.82
— 10°	14206	9.09	47332	10.15	2198	0.65	4258	1.41	5735	1.88
+ 10°	36504	22.53	99712	20.62	1185	0.34	4775	1.52	6447	2.03
+ 20°	26788	15.96	98990	19.77	277	0.07	962	0.29	1541	0.47
+ 30°	16497	9.51	54753	10.58	99	0.03	233	0.07	1336	0.39

Die höchste Kondensation liegt also für Wassergas durchschnittlich bei 0 — 10° C.; namentlich bei letzterer Temperatur scheint die Aufnahme in der Regel am stärksten zu sein.

Es gilt dies jedoch nur für Wassergas, bei andern Gasarten gelten auch andere Zahlen, so liegt die günstigste Temperatur für Ammoniak bei etwa 0°; für andere Gase wie den atmosphärischen Bestandteilen wohl bei viel tieferen Temperaturen.

Die kondensierte Wassermenge ist nur bei den humosen Stoffen und dem Eisenoxyd bedeutend; eine Erscheinung, die auch bei den anderen Gasen hervortreten wird. Humus und Eisenoxyd sind die eigentlichen Träger der Kondensationserscheinungen im Boden.

Die Kondensation von Gemischen, wie sie der Boden darstellt, ist dabei erheblich

von dem relativen Wassergehalt der Atmosphäre abhängig, daß also lufttrockene Böden je nach dem Feuchtigkeitsgehalt und der Temperatur der Luft entweder Wasser aufnehmen oder abdunsten werden. Die gefundenen Zahlen für Bodenarten haben daher auch nur eine relative Richtigkeit. So gibt Mulder (Chemie d. Ackerkrume III. S. 366) das Kondensationsvermögen folgender Bodenarten an (aufgenommenes Wasser in %)

Quarzsand	0	Gartenerde	52
Kalksand	3	Ackererde	23
Lehmartiger Thon	35	Humus	120
Grauer reiner Thon	49		

Alle Untersuchungen stimmen, entgegen den früher vielfach vertretenen Anschauungen, darin überein, daß die Kondensation von Wasserdampf für die gemäßigten Klimate eine wesentliche Bedeutung für den Boden nicht hat. Die aufgenommenen Quantitäten sind zu unbedeutend, um für den Pflanzenwuchs ins Gewicht zu fallen; ganz abgesehen davon, daß die Pflanzenwurzel so geringe Mengen dem Boden gar nicht zu entziehen vermag. Anders scheinen die Verhältnisse in wärmeren und namentlich in solchen Gebieten zu liegen, die lang andauernde Trockenperioden haben. Dann kann allerdings die Wassermenge, welche von dem Boden zurückgehalten bez. verdichtet wird, wesentlich zur Erhaltung des pflanzlichen Lebens beitragen (vergl. Hilgard, Forschg. der Agrikulturphysik 8. S. 93).

b. Gegen Kohlensäure. Neben Wasserdampf wird von den Bodenbestandteilen noch die Kohlensäure und namentlich die feuchte Kohlensäure stärker absorbiert, wie sich aus der Wärmeentwicklung schließen läßt, welche bei der Kondensation eintritt. Trockene Kohlensäure wird nur von Eisenoxyd in größerer Menge aufgenommen. Die humosen Stoffe wirken weniger stark ein.

Es kondensieren bei 17° C. trockene Kohlensäure:

Humus		Eisenoxydhydrat		Quarzpulver	
100 cc kondens. cc. CO_2	Gew. %	100 cc c. CO_2	Gew. %	100 cc. c. CO_2	Gew. %
930	1.37	5726	2.83	3.5	0.002

Kohlens. Kalk		Kaolin		Gyps	
100 cc. c. CO_2	Gew. %	100 cc c. CO_2	Gew. %	100 cc. c. CO_2	Gew. %
8.64	0.005	8.76	0.006	210	0.17

Die Bedeutung der Kohlensäurekondensation liegt in der chemischen Wirkung, welche dieser Stoff im Boden ausübt. Tritt Wasser in größerer Menge hinzu, so wird ein Teil der kondensierten Kohlensäure aufgelöst und wirkt dann energisch lösend und begünstigt die Verwitterung der Bodenbestandteile.

Eisenoxydhydrat mit kohlensaurem Kalk gemischt veranlaßt eine Lösung des letzteren als saurer kohlensaurer Kalk. Da nach dem Abfließen des Wassers das Eisenoxyd aufs neue Kohlensäure bindet, so wirkt es im Boden gewissermaßen als Bereicherungsmittel, bez. als Uebertrager für Kohlensäure. Im geringeren, wenn auch immerhin nicht unbedeutendem Maße gilt dies auch für den Humus, der außerdem noch durch seine chemische Zersetzung eine Quelle der Kohlensäure im Boden ist.

c. Ammoniakgas wird von einzelnen Bodenbestandteilen in großer Menge aufgenommen, ist jedoch für die Bodenkunde von ganz geringer Bedeutung; das gleiche gilt für Grubengas.

d. Sauerstoff und Stickstoff werden nicht stark kondensiert, namentlich der erstere wird nur sehr sparsam aufgenommen, während der letztere von einzelnen Bodenbestandteilen, namentlich von Eisenoxyd in Menge aufgenommen wird.

Es absorbierten bei 17° C.:

	Humus		Eisenoxydhydrat		Quarz	
	100 cc kondens. cc.	Gew. %	100 cc	Gew. %	100 cc	Gew. %
Sauerstoff	—	—	665	0.24	—	—
Stickstoff	126	1.18	23986	7.53	25	0.01

	Kohlens. Kalk		Kaolin		Gyps	
	100 cc kondens. cc.	Gew. %	100 cc	Gew. %	100 cc	Gew. %
Sauerstoff	—	—	—	—	1189	0.68
Stickstoff	3803	1.83	813	0.39	10253	5.13

Ob dieser kondensierte Stickstoff eine Bedeutung für das Pflanzenleben hat, ist zur Zeit noch nicht zu entscheiden.

In bezug auf Sauerstoff und Humus ist darauf hinzuweisen, daß es sich hier um physikalische nicht um chemische Absorption (Humus verbraucht große Massen von Sauerstoff bei seiner allmählichen Zersetzung, nimmt daher dieses Gas begierig auf, ohne es jedoch kondensiert, d. h. als solches zu enthalten) handelt, die in erster Linie auf Flächenanziehung zurückzuführen ist. Es erscheint allerdings schwierig, wenn nicht unmöglich, alle chemischen Wirkungen auszuschließen; aber in erster Linie sind es physikalische Vorgänge, die einwirken. Es geht dies schon daraus hervor, daß es möglich ist, durch Ueberleiten einer anderen Gasart die Hauptmasse der kondensierten Gase wieder frei zu machen.

e. In Gasgemengen stellt sich ein Gleichgewichtszustand zwischen den verschiedenen Stoffen her und werden die einzelnen Gase je nach den äußeren Umständen in wechselnder Menge gebunden. Unter den zahlreichen Untersuchungen, die Döbrich ausführte, zeigen die kondensierten Gase die verschiedenartigste Zusammensetzung.

Es enthielten so die folgenden Bodenarten:

	100 gr gaben cc Gas	100 cc gaben cc Gas	100 Vol. des Gases bestanden aus		
			Kohlensäure	Sauerstoff	Stickstoff
Sandmoorboden	19.8	26.3	17.49	16.34	66.17
Sandboden	30.2	40.2	18.15	11.44	70.41
Gartenerde	49.8	68.9	39.47	11.90	48.63
Kalkboden 1.	37.9	54.7	45.33	7.67	47.00
Kalkboden 2.	4.85	68.0	61.03	6.46	32.51
Thonboden 1.	27.1	38.6	2.53	17.14	80.53
Thonboden 2.	35.5	44.9	20.44	11.58	69.98

IX. Wärmeentwicklung bei der Kondensation.

Litteratur. Stellwag, Forschg. d. Agrikulturphysik 5. S. 210.

§ 17. Bei jeder Kondensation wird eine enge Zusammenlagerung der Moleküle der verdichteten Gase oder Flüssigkeiten bewirkt. Hierbei wird Wärme frei. Es geschieht dies auch bei allen Kondensationen im Boden und wenn flüssiges Wasser mit ausgetrocknetem Boden in Berührung kommt.

In den Kondensations-Erscheinungen liegt eine Wärmequelle für den Boden, die nur zeitweise, dann aber in ganz bedeutender Weise die Bodentemperatur beeinflussen kann. Namentlich nach längeren Trockenperioden wird durch ein niedergehendes Gewitter die Bodentemperatur bis in erhebliche Tiefen gesteigert. Man kann sich oft nach einem mäßigen Regen, der nach trockener Zeit folgt, durch einfaches Auflegen der Hand auf den Boden von der Temperatursteigerung überzeugen.

Mit großer Wahrscheinlichkeit lassen sich die Erscheinungen, welche die „warmen Frühjahrsregen" begleiten und die einem solchen folgende rasche Entwicklung der Pflanzenwelt zum großen Teil auf Wärmeentwicklung im Boden zurückführen. Die Temperatursteigerung kann nach vorliegenden Untersuchungen 2° und mehr im Boden betragen, er-

reicht dabei erhebliche Tiefen und muß bei der geringen Wärmeleitungsfähigkeit der Bodenschichten einen bedeutenden Einfluß üben.

Stellwag untersuchte sowohl die Temperaturerhöhungen, welche die Bodenbestandteile durch Kondensation von flüssigem Wasser wie von Gasen erleiden. Es ist hervorzuheben, daß auch feuchte Böden sich bei Zufuhr von Wasser erwärmen.

Im folgenden sind einige Zahlen nach Stellwag, die für eine Temperatur von 10° C. gelten.

	Wasserfrei	lufttrocken (4.79% Wasser)	feucht 5.57% W.
Humoser Kalksand	+ 8.33°	+ 1.03°	+ 0.68°
Lehm	+ 5.50°	(5.63% W. = 1.02°; 7.10% W. = 0.65°)	
Lehmpulver trocken	5.06°		
Lehmkrümel trocken 0.5—1 mm	+ 7.04°		
„ „ 2.5—4 „	+ 5.76°		
„ „ 6.75—9 „	+ 4.32°		

Sind diese Beobachtungen auch noch lange nicht erschöpfend und lassen sie noch sehr viele Fragen offen, so zeigen sie doch, wie bedeutsam diese Wärmequelle in der Natur werden kann.

Recht auffällig tritt dies hervor, wenn Wiesen oder Felder überrieselt werden. In der feuchteren Jahreszeit geht die Erwärmung des Bodens der Temperatur des auffließenden Wassers ziemlich parallel; im Sommer dagegen, wo durch die Pflanzen wie durch die höhere Temperatur die Verdunstung stark gesteigert ist, der Boden daher rasch abtrocknet, kann das zugeführte Wasser oft über die Lufttemperatur erwärmt werden. In einem Falle, den König (Journ. f. Landwirtschaft 1880 S. 233—236) erwähnt, war die Temperatur der Luft 16,2—17°, die des zugeführten Wassers 9,4°; nach viermaliger Benutzung des Wassers hatte sich dieselbe auf 18,2° erhöht.

Diese Erscheinung auf mechanische Arbeit, die sich in Wärme umgesetzt habe, zurückführen zu wollen, wie dies versucht ist, erscheint ganz unzulässig. Ein Fall des Wassers von 425 m erhöht die Temperatur desselben erst um 1° Celsius; die beobachtete Steigerung von 8,8° würde, selbst wenn nur die Hälfte derselben durch physikalische Umsetzungen erzeugt ist, doch eine Verminderung der lebendigen Kraft des Wassers beanspruchen, welche einer Fallhöhe von 1870 m entspricht. Diese Wärmequelle ist daher ausgeschlossen und müßte auch in den verschiedenen Jahreszeiten konstant wirken, was nicht der Fall ist.

Die Erwärmung bei der Kondensation der Gase hat vielleicht für die Temperaturverhältnisse des Bodens bei der Thaubildung einige Bedeutung. Es mögen daher einige Zahlen nach den Arbeiten Stellwag's folgen, zumal diese gleichzeitig ein gutes Bild gewähren für die Fähigkeit der Bodenarten, Wasser aus der Luft aufzunehmen.

Es kondensierten Wassergas % und erhöhten ihre Temperatur:

	Humoser Kalksand.			Torf.			Lehmpulver.		
	bei 10°	20°	30°	10°	20°	30°	10°	20°	30°
a. lufttrocken	0.11	0.13	0.60	0.18	0.50	0.90	0.27	0.31	0.37
b. wasserfrei	0.89	1.25	1.50	2.37	2.55	2.87	0.63	0.97	1.01
Temperaturerhöhung a.	1.00	1.71	2.10	0.68	1.95	3.50	0.82	1.22	2.37
von Grad Celsius b.	3.15	5.05	7.17	5.25	8.25	12.25	2.45	4.90	7.90

Die Mengen des aufgenommenen Wassergases ergeben andere Zahlen und einen anderen Verlauf, als die Untersuchungen von Ammon über Kondensation, erst spätere Beobachtungen werden diese Verhältnisse aufklären; aber jedenfalls tritt eine bedeutsame Temperatursteigerung hervor.

Von einigem Interesse sind noch die Zahlen über die Wärmeentwicklung bei der Kondensation von feuchter Kohlensäure, weil sie den Schluß gestatten, daß diese viel reichlicher im feuchten als im trockenen Zustande aufgenommen wird.

Bei 12° C. ergeben Temperatursteigerungen:

	trockene Kohlensäure	feuchte Kohlensäure
Quarzpulver	0.02°	0.32°
gefällter kohlens. Kalk	0.00	0.42
Kaolin	0.02	0.60
Eisenoxydhydrat	6.45	7.25
Torf	1.25	11.80

Natürlich ist im letzten Falle die Temperaturerhöhung, die durch Kondensation von Wasserdampf erfolgt, in Rechnung zu ziehen; allein die Zahlen für feuchte Kohlensäure sind höhere, als die für Wassergas + trockener Kohlensäure, wenn jedes nur allein gegenwärtig ist.

X. Die Durchlüftung des Bodens.

§ 18. Die mannigfachen Umsetzungen und Umbildungen, welche im Boden vor sich gehen, beeinflussen auch die eingeschlossene Luft. Namentlich ist der Verbrauch von Sauerstoff und die Entwicklung von Kohlensäure bei der Oxydation der organischen Stoffe für die Zusammensetzung der Bodenluft von Wichtigkeit. Ist der Ersatz des verbrauchten Sauerstoffes schwierig, wie dies namentlich in Bodenschichten stattfindet, die längere Zeit oder dauernd mit Wasser gesättigt sind, so nimmt die Zersetzung der Humuskörper eine andere Richtung und es bilden sich die „sauren Humusstoffe", deren Einwirkung auf die meisten Pflanzen eine ungünstige ist.

Es ist daher nicht ohne Wichtigkeit, den Gasaustausch im Boden zu verfolgen und einen Maßstab für denselben zu haben. Die gesamte Menge der vorhandenen Luft ist für trockene Bodenarten durch das Volumgewicht gegeben, da alle nicht von Boden erfüllten Räume Luft enthalten. *Für die nassen bez. feuchten Bodenarten gibt der Unterschied zwischen der kleinsten Wasserkapazität und dem gesamten Porenvolum ein Maß für die dauernde Durchlüftung.*

Der Gasaustausch zwischen Bodenluft und Atmosphäre wird im wesenlichen durch zwei Vorgänge bewirkt, welche auf die chemische Zusammensetzung und auf die Wärmeverhältnisse zurückzuführen sind.

Die verschiedene chemische Zusammensetzung von Gasarten bedingt die Erscheinung, welche unter dem Namen der *Diffusion* der Gase bekannt ist. Man kann Gase auch noch so verschiedenen Volumgewichtes bekanntlich nicht in einem Gefäß in verschiedenen Schichten getrennt halten; nach mäßiger Zeit ist der Raum von einem überall gleichmäßig zusammengesetzten Gasgemisch erfüllt. Die Geschwindigkeit, mit welcher die Mischung zweier verschiedener Gase erfolgt, ist abhängig von deren Molekulargewicht. Gleichen Druck und gleiche Temperatur vorausgesetzt verhält sich *annähernd die Diffusionsgeschwindigkeit umgekehrt wie die Quadratwurzel der Molekulargewichte.* (Wasserstoff = 1; Sauerstoff = 16; verhalten sich also wie 4:1, d. h. in der gleichen Zeit treten etwa vier Volume Wasserstoff in Sauerstoff über, dagegen nur ein Volumen Sauerstoff in Wasserstoff).

Im Boden ist die Zusammensetzung der Luft eine andere wie die der Atmosphäre (reicher an Stickstoff und Kohlensäure, ärmer an Sauerstoff), es wird daher fortwährend ein Ausgleich durch Diffusion stattfinden und zwar um so energischer, je abweichender die Zusammensetzung der Bodenluft ist.

Außerdem bewirkt noch die wechselnde Temperatur des Bodens einen Ausgleich der Gase. Jede Abkühlung wird ein Einströmen, jede Erwärmung ein Austreten von Luft zur Folge haben.

Durch diese beiden Vorgänge, hauptsächlich jedoch durch die Diffusion (die Wärme-

wirkung tritt zurück, da eine Temperaturänderung von 1° C. nur eine Zu- oder Abnahme von 1/273 des Gasvolumens veranlaßt) wird unter normalen Verhältnissen eine ausgiebige Durchlüftung des Bodens herbeigeführt; nur in nassen Böden wird durch die zwischengelagerten Wasserteilchen der Ausgleich wesentlich behindert.

Man hat wiederholt Untersuchungen angestellt, um die Durchlüftung eines Bodens in ihrer Abhängigkeit von den physikalischen Verhältnissen desselben zu verfolgen.

Die Durchdringbarkeit eines Bodens für Luft ist von der Korngröße, der Dichtigkeit der Lagerung, dem Wassergehalt und der Temperatur abhängig.

(Litteratur. Renk, Zeitschr. f. Biologie 15. 1879. Ammon, Forschg. d. Agrikulturphysik 3. S. 209.)

In grobkörnigen Bodenarten bewegt sich die Luft fast ohne Schwierigkeit; wendet man einen künstlichen Druck an um Luft durchzupressen, so sind die ausfließenden Luftmengen dem Drucke proportional. Die Reibung ist also so vermindert, daß sie völlig zurücktritt.

In feinkörnigen Böden werden die austretenden Luftmengen sich im wesentlichen nach dem Gesetz von Girard bewegen (vergl. Wüllner, Physik 1. Bd. S. 430), nach welchem die Ausflußmengen bei nicht zu enger Röhrenweite sich direkt wie die Drucke, aber umgekehrt wie die Quadrate der Röhrenlängen verhalten; d. h. auf unseren Fall angewendet, die Höhe der Bodenschicht ist von wesentlicher Bedeutung. In sehr feinkörnigen und dicht gelagerten Bodenarten erfolgt die Luftbewegung nach den Regeln, welche für kapillare Röhren gelten; die Reibung nimmt dann stark zu und kompliziert die Verhältnisse erheblich.

Die Versuche von Ammon zeigen noch, daß die Dichtigkeit der Lagerung der Bodenpartikel die Durchlüftung im hohen Grade beeinflußt und daß sie Wassergehalt herabsetzt und endlich ganz zum Stillstande zu bringen vermag.

Die direkte Bestimmung der Durchlüftbarkeit eines Bodens im natürlichen Zustande ist schwierig. Am geeignetsten scheint noch die Methode von Heinrich zu sein (Heinrich, Grundlage zur Beurteilung der Ackerkrume. Rostock 1883, S. 124 und 222). Heinrich preßt einen Kasten von 100 qcm Oeffnung 10 cm tief in den Boden ein und bestimmt dann den Druck, unter welchem zuerst Luft durch den Boden gepreßt wird. Der Druck ist dann ein Maß für die Durchlässigkeit. Heinrich gibt an, daß für fruchtbare Böden bis zu 70 mm Quecksilberdruck zulässig sind. Es bedurfte z. B. Sandboden keines meßbaren Druckes; lehmiger Sand bis zu 30 mm; ein nasser Torfboden 80 mm.

XI. Die Kohäreszenzverhältnisse des Bodens.

Litteratur. Schübler, Grundsätze der Agrikulturchemie 1830. Haberlandt, Wissenschaftl.-prakt. Untersuchungen &c. Wien 1875. 1. S. 22. Derselbe, Forschg. d. Agrikulturphysik Bd. 1. S. 148.

§ 19. Unter Kohäsion versteht man die Anziehung von Molekülen gleichartiger Körper, welche den festen und flüssigen Aggregatzustand bedingt und deren Größe durch den Widerstand gemessen werden kann, welcher einer Trennung der Körper entgegengesetzt wird. Da die Bodenbestandteile verschiedenartig zusammengesetzt sind und außerdem aus einer großen Anzahl einzelner Partikel bestehen, so hat man für die Kraft, mit der sie sich zusammenlagern, den Ausdruck Kohäreszenz eingeführt. (Schuhmacher, Physik d. Bodens.)

Die Kohäreszenzverhältnisse eines Bodens sind abhängig von der chemischen Zusammensetzung, dem Feinheitsgrade und dem Wassergehalt desselben.

Zur Messung der Kohäreszens formte Schübler Prismen von dem zu untersuchenden Material; Haberlandt füllt es dagegen in Glasröhren von 1 cm Durchmesser. Die Einfüllung geschieht unter Zusatz von Wasser; die hiervon notwendige Menge ist sehr verschieden und muß für jeden Boden erfahrungsmäßig festgestellt werden. Mittelst eines

Stempels läßt sich dann die Bodenprobe herausdrücken. Zehn Zentimeter lange Erdzylinder wurden dann auf zwei sechs Zentimeter von einander entfernte Stützpunkte gelegt; in der Mitte wurde an dem Zylinder eine Wagschale gehängt und diese bis zum Zerbrechen belastet.

Um die rückwirkende Druckfestigkeit zu prüfen, wurden 3 cm lange Erdsäulen von gleichem Durchmesser belastet bis sie zerdrückt wurden. Relative und Druckfestigkeit stehen übrigens beim Boden in nahem Verhältnis und geben ähnliche Verhältniszahlen.

In bezug auf die chemische Zusammensetzung wirken die Thonsubstanzen erhöhend, Sand, Kalk und Humus vermindernd auf die Bindigkeit der Böden ein. Wie sehr dies hervortritt, zeigen folgende Versuchsergebnisse nach Haberlandt.

Ackererden mit einer rel. Festigkeit von 0.31—0.36 kg ergeben nach Zumischung von Sand und Humus:

50 % Ackererde	+ 50 %	Sand	0.27—0.29 kg
1/3 „	+ 2/3	„	0.12—0.17 „
20 % „	+ 80 %	„	0.07—0.08 „
95 % „	+ 5 %	Moorerde	0.19—0.30 „
90 % „	+ 10 %	„	0.08—0.01 „
85 % „	+ 15 %	„	0.06—0.07 „
80 % „	+ 20 %	„	0.04—0.05 „

Die bedeutsame Einwirkung des Sandes und noch mehr der humosen Stoffe tritt hervor; und zugleich welche Bedeutung die letzteren für die Bearbeitbarkeit und das Eindringen der Wurzeln in schweren Böden haben. Schon ein mäßiger Humusgehalt macht diese zu unverhältnismäßig günstigeren Trägern der Pflanzenwelt.

Die Kohäreszenz steigt mit der Feinheit der Bodenpartikel, ist aber auch noch dann in erster Linie von der Zusammensetzung abhängig. Gröbere Sande zeigen keinen merkbaren Zusammenhalt, während feinst zerriebener Quarzstaub noch eine erhebliche Bindigkeit besitzt, jedoch hinter Thon weit zurücksteht.

Der Wassergehalt übt einen bedeutenden Einfluß auf die Festigkeit aus und erniedrigt dieselbe zumeist ganz erheblich. Ein Boden, der nach dieser Richtung untersucht wurde, ergab:

11.85 % Wasser	0.104 kg	2.59 % Wasser	0.850 kg
5.55 % „	0.524 „	0.79 % „	2.932 „

In der Praxis unterscheidet man die Bodenarten als:

fest, z. B. zäher Thon oder Letten, trocknet zu steinharten Stücken zusammen und bekommt tiefe Risse.

streng (auch schwer) läßt sich getrocknet nur schwer mit der Hand zerkrümeln; reißt beim Austrocknen: (thonreiche Lehmböden, Kalk-, Mergelboden).

mürbe (mild) reißt nur wenig beim Abtrocknen, läßt sich leicht zerkrümeln: Lehm und sandiger Lehmboden.

locker läßt sich im feuchten Zustande noch ballen, zerfällt getrocknet jedoch schon ziemlich leicht.

lose, sehr geringe Bindung, die selbst im feuchten Zustande keinen innigen Zusammenhang hervortreten läßt: Sandboden.

flüchtig: Bodenarten ohne jeden Zusammenhalt; der Bodendecke beraubt, werden sie vom Winde weiter getrieben: Flugsand.

In näherem Zusammenhange mit den hier als Kohäreszenz bezeichneten Bodeneigenschaften steht die Adhäsion der Böden an Eisen oder Holz, d. h. an die Instrumente, welche bei der Bodenbearbeitung gebraucht werden. Die Adhäsion ist sehr verschieden und bei den bindigeren Bodenarten durch den jeweiligen Wassergehalt stark beeinflußt. An Holz ist die Adhäsion durchschnittlich erheblich (10—25 %) größer als an Eisen.

Um ein Bild von der Einwirkung des Wassergehaltes zu geben, mögen einige Zahlen nach Haberlandt folgen, der für einen untersuchten Thonboden folgende Werte gibt:

	Adhäsion bei 1 kg Belastung	
	an Eisen	an Holz
31.1 % Wassergehalt	0.127 kg	0.159 kg
36.2 % "	0.307 "	0.652 "
42.7 % "	0.703 "	0.833 "
46.1 % "	0.844 "	1.050 "
48.3 % "	0.633 "	0.869 "

Es ist verständlich, daß die Bearbeitung eines Bodens je nach der Kohäreszenz und der Adhäsion ganz verschiedene Schwierigkeiten bietet und danach unterscheidet man schwere und leichte Bodenarten.

Haberlandt hebt noch hervor, daß jeder Boden bei einem bestimmten Feuchtigkeitsgehalt der Bearbeitung am leichtesten zugängig ist, und daß für die Praxis die Kenntnis dieses Grades hohe Bedeutung hat.

II. Die Bildung und Zusammensetzung des Bodens.

I. Die wichtigsten Mineralarten.

Zirkel-Naumann, Elemente der Mineralogie. Leipzig. Roth, Chemische Geologie. Berlin 1879.

§ 20. An der Zusammensetzung des Bodens beteiligen sich in erheblichem Maße nur wenige Verbindungen. Der überwiegende Teil derselben besteht aus Sauerstoffsalzen, seltener und im Boden in kleinen Mengen finden sich Schwefelverbindungen (FeS_2) und Chloride ($NaCl$; KCl); etwas reichlicher Oxyde (Fe_2O_3; Al_2O_3; MnO_2).

Die Salze bestehen zumeist aus Silikaten, häufig in Verbindung mit Wasser, sodann aus Karbonaten ($CaCO_3$; $MgCO_3$) und Sulfaten ($CaSO_4$; Gyps), nur sparsam kommen Phosphate (Apatit) vor, gewinnen aber bei ihrer Bedeutung für das Pflanzenleben hohe Wichtigkeit.

Die Analysen führen die Bestandteile des Bodens zumeist als Oxyde und als Säureanhydride auf. Wenn dies auch nicht mehr den theoretischen Anschauungen der heutigen Chemie entspricht, bietet diese Methode doch so viele praktische Vorteile, läßt die Zusammensetzung eines Körpers so scharf hervortreten und ist so allgemein eingebürgert, daß kein Grund vorliegt, davon abzugehen.

Die wichtigsten im Boden vorkommenden derartigen Bestandteile sind:

Kieselsäure (SiO_2); Kohlensäure (CO_2); Schwefelsäure (SO_3).
Phosphorsäure (P_2O_5).
Wasser (H_2O).
Kali (K_2O); Natron (Na_2O).
Kalk (CaO); Magnesia (MgO); Eisenoxydul (FeO).
Eisenoxyd (Fe_2O_3); Thonerde (Al_2O_3); Mangandioxyd (MnO_2) [4]).

Entsprechend dieser geringen Anzahl von Elementen sind es auch nur eine mäßige Anzahl von Mineralarten, welche die Gesteine zusammensetzen und durch Verwitterung den Boden bilden.

In erster Linie stehen auch hier die Silikate, in zweiter die Karbonate, während die Sulfate nur auf verhältnismäßig kleine Räume beschränkt sind.

4) Die Manganverbindungen werden in den Analysen zumeist als Mn_3O_4, als Manganoxyduloxyd eingestellt; da sie zumeist nur in kleinen Mengen vorkommen, so ist der dadurch hervorgebrachte Fehler nur gering.

Das Wasser, beziehentlich der Wasserstoff, ist in zwei Formen in den Gesteinen vertreten. In den meisten Fällen findet es sich als solches, molekular mit den Stoffen verbunden; so sind viele Verwitterungsprodukte, wie die wasserhaltigen Silikate, Verbindungen eines Salzes mit Wasser. Durch einfaches Erhitzen geht dieses letztere in der Regel bald verloren (z. B. Gyps $CaSO_4 + 2H_2O$ gibt beim Glühen $CaSO_4$ und 2 Mol. H_2O).

Ganz anders ist das Verhältnis solcher Körper, in denen der Wasserstoff an dem inneren Aufbau des Moleküls teilnimmt. In der Regel verlieren solche Stoffe den Wasserstoff erst bei höherer Temperatur und dauerndem Glühen (z. B. Glimmer, Turmalin). Häufig bietet es große Schwierigkeiten, die Art der Bindung festzustellen, für viele Fälle ist die Frage überhaupt noch eine offene, sie ist aber für die ganze theoretische Erkenntnis von großer Wichtigkeit.

Um die Gruppe der Silikate leichter ordnen zu können, benutzt man Bezeichnungen, die ebenfalls der früher üblichen Anschauungsweise über die Zusammensetzung der chemischen Verbindungen entsprechen und ihrer Uebersichtlichkeit wegen auch jetzt noch beibehalten werden. Denkt man sich z. B. ein Magnesiumsilikat Mg_2SiO_4 (den Olivin) nach alter Weise in Magnesia und Kieselsäureanhydrid zerlegt, so erhält man

$$Mg_2SiO_4 = Mg_2O_2 + SiO_2.$$

Das Verhältnis des an das Metall gebundenen Sauerstoffes zu dem an das Silicium gebundenen Sauerstoff ist also wie 1:1; eine solche Verbindung bezeichnet man daher als Singulosilikat.

Von anderen kieselsauren Salzen finden sich noch häufig Bisilikate, nach der allgemeinen Formel R_2SiO_3 zusammengesetzt[5]) ($R_2O + SiO_2$; Sauerstoffverhältnis = 1:2) und Zweidrittel-Silikate nach der allgemeinen Formel R_6SiO_5 zusammengesetzt (also $R_6O_3 + SiO_2$; Sauerstoffverhältnis = 3:2, daher ⅔ Silikate). Als Doppelsilikate werden endlich Verbindungen bezeichnet, die mehrere ungleichwertige Elemente enthalten, namentlich solche, die neben Thonerde oder Eisenoxyd noch Alkalien oder alkalische Erden als Bestandteile führen. Die wichtigsten und verbreitetsten Mineralien sind derartige Doppelsilikate.

Einzelne Mineralarten, wie Hornblende und Augit, sind in ihren reinsten Formen völlig frei von Thonerde oder Eisenoxyd, während die gewöhnlich vorkommenden Arten reichliche Mengen derselben enthalten.

Die für die Bodenkunde wichtigen Mineralien sind Kieselsäure und ihre Salze, Karbonate, Sulfate, während Halogenverbindungen und Phosphate zurücktreten.

Kieselsäure und Silikate:

Quarz und Opal. Die Kieselsäure findet sich verbreitet in zwei Formen. Einmal krystallisiert als Quarz (Tridymit, eine andere Form der Kieselsäure, hexagonal, spez. G. 2.312 ist seltener) und amorph als Opal.

Der Quarz findet sich in größeren oft verschieden gefärbten Krystallen, die eine ganze Anzahl von Abarten bedingen und im dichten Zustande als Chalcedon, Feuerstein, Hornstein, Jaspis, Quarzit bezeichnet werden. Der Quarz ist krystallisierte Kieselsäure, SiO_2; die unreineren Abarten enthalten wechselnde Mengen von Eisenoxyd, Thonerde u. dergl. beigemischt.

Verwitterung. Der Quarz verwittert sehr schwer, da er durch Wasser und Kohlensäure keine Umänderungen erfährt und in diesen Stoffen sogut wie unlöslich ist; trotzdem kommen zerfressene Quarze vor, deren Ursprung man von der Einwirkung von Lösungsmitteln herleitet. Die Quarze zerfallen in der Natur zumeist nur durch mechanische

---

5) R = einem einwertigem Metall.

Einwirkung in kleinere scharfeckige Bruchstücke. Die vielfach vorhandenen Einschlüsse von Flüssigkeit, Gesteinsbruchstücken, Hineinragungen von Teilen der Grundmasse der Gesteine begünstigen das Zerfallen erheblich. Die Bruchstücke bleiben dann in eckigem scharfkantigem Zustande erhalten oder werden bei mechanischer Fortbewegung durch Reibung aneinander gerundet.

Die Verwitterung der Quarzite, Chalcedone ꝛc. ist vom Gehalt der beigemischten anderen Substanzen abhängig und dadurch sehr verschieden. Feuersteine überziehen sich zunächst mit einer weißen Kruste, die ärmer an Kieselsäure, dagegen etwas reicher an Thonerde und Alkalien ist.

Für Salzlösungen ist der Quarz nicht unangreifbar. Man kennt Pseudomorphosen nach Quarz von Kalkspath, Roteisen, Speckstein, Chlorit.

Bildung. Quarz ist wiederholt künstlich dargestellt worden. Er bildet ein Hauptgemengteil sehr vieler Gesteine, in denen er, wie in vielen Porphyren, nur aus feurigem Fluß abgeschieden sein kann; vielfach ist jedoch die Entstehung aus Lösungen zweifellos, so in Erzgängen, Chalcedonkugeln, im Innern von Versteinerungen. Die dichten Formen sind wohl alle auf Abscheidungen aus Lösungen zurückzuführen. Bei der Verwitterung bilden sich vielfach Lösungen von Kieselsäure und kieselsauren Alkalien, aus denen sowohl amorpher Opal als auch die krystallisierten Formen, namentlich Chalcedon, hervorgehen. Der letztere scheidet sich namentlich in den Hohlräumen vulkanischer Gesteine ab, die oft lagenweise verschieden gefärbten Chalcedon enthalten. In der Mitte von Chalcedonmandeln findet sich nicht selten krystallisierter Quarz, dessen Entstehung auf die langsamere Zufuhr und Verdunstung von kieselsäurehaltigem Wasser zurückzuführen ist. In der ersten Zeit, wo die Bildung rascher vorangieng, entstand der versteckt krystallinische Chalcedon, später die größeren Krystalle von Quarz.

Die Bildung von Quarz in den obersten Erdschichten, namentlich im Boden, ist behauptet, aber noch nicht genügend nachgewiesen worden. Theoretisch sind derartige Abscheidungen als durchaus möglich zu erklären, wenn auch die möglicherweise entstehende Quarzmenge zu gering ist, um eine größere Bedeutung für die Bodenkunde beanspruchen zu können. (Vgl. auch Emeis, Waldbauliche Forschungen. Berlin.)

Opal, die amorphe wasserhaltige Form der Kieselsäure ist weniger verbreitet, sie findet sich namentlich in den Hohlräumen vulkanischer Gesteine. Ob der Boden amorphe Kieselsäure enthält, ist fraglich. Zurzeit gibt es kein chemisches Hilfsmittel, um dies feststellen zu können. Das Vorkommen der amorphen Kieselsäure im Boden würde zweifellos für die Absorptionswirkungen und chemischen Umsetzungen von großer Bedeutung sein.

Silikate insbesondere:

Olivin ist ein mehr oder weniger eisenhaltiges Magnesiumsilikat ($Mg(Fe)SiO_4$; $FeO = 7$—29%; MgO—43%; SiO_2 30—43%). Er findet sich in glasglänzenden, meist flaschengrünen Krystallen und Körnern in den kieselsäureärmeren Gesteinen, namentlich im Basalt.

Die Verwitterung folgt im Olivin zuerst den zahlreichen Sprüngen und Haarspalten und besteht zumeist in einer Aufnahme von Wasser und Oxydation des vorhandenen Eisenoxyduls, die grünliche Färbung geht dabei in eine gelbliche bis braunrote über. Wie die Untersuchung im Dünnschliffe ergibt, ist der Olivin eines der am leichtesten angreifbaren Mineralien. Zumeist geht aus dem Olivin ein wasserhaltiges Magnesiumsilikat, der Serpentin, hervor.

Bildung. Olivin findet sich als primärer Gemengteil eruptiver Gesteine. Durch Zusammenschmelzen der Bestandteile des Olivins mit einem Flußmittel gelingt es leicht, Olivinkrystalle zu erzeugen.

Serpentin meist aus Olivin durch Verwitterung hervorgegangenes, sekundäres

Mineral. Wasserhaltiges Magnesiumsilikat (43—44% SiO_2; 43.8 MgO; 13% H_2O). Der Serpentin ist nur schwierig einer weiteren Verwitterung zugängig, indem Kieselsäure abgeschieden und Hydrate der Magnesia, sowie Magnesit ($MgCO_3$) gebildet wird.

Talk und Speckstein sind stets sekundäre, wasserhaltige Magnesiasilikate ($H_2Mg_3(SiO_3)_4$; 62% SiO_2; 33% MgO; 5% H_2O). Talk findet sich namentlich als Bestandteil krystallinischer Schiefer (Talkschiefer, Protogingneise). Speckstein ist nur die versteckt-krystallinische Abänderung des Talkes.

Talk verwittert kaum, er zerfällt nur mechanisch. Die Entstehung des Talkes findet namentlich bei der Verwitterung der Hornblenden und Augite statt, doch können noch viele andere Mineralien zur Bildung Anlaß geben.

Feldspathe. Unter den gesteinbildenden Mineralien stehen die Feldspathe in erster Reihe. Dieselben sind nach ihrer Krystallform in monokline (Orthoklase) und trikline (Plagioklase) zu trennen. Die ersteren sind namentlich Doppelsilikate der Thonerde und des Kaliums, während in den letzteren Natrium und Kalk vorherrscht.

Orthoklas (Kalifeldspath) und Sanidin (K_2O = 16,9%; Al_2O_3 = 18,5%; SiO_2 = 64,6%); in der Regel ist etwas Eisen, Kalk und Natron vorhanden; Bestandteil vieler Gesteine, namentlich Granit, Gneis, Felsitporphyr, Trachyt, Syenit u. A. Orthoklas findet sich in Gesteinen eruptiver Entstehung, auf Gesteinsgängen u. s. w. Er ist daher ebensowohl ein Produkt wässeriger Absätze, wie er aus schmelzflüssigen Massen entstehen kann. Künstlich sind Feldspathe auf dem letzteren Wege vielfach hergestellt.

Verwitterung. Bei der Bedeutung des Orthoklas für die Bodenbildung ist die Verwitterung desselben vielfach untersucht worden. Orthoklas ist unlöslich, wird dagegen schon bei gewöhnlicher Temperatur durch Wasser, namentlich kohlensäurehaltiges Wasser unter Bildung von Alkalisilikat zersetzt; der Orthoklas verliert bei der Verwitterung seinen Glanz, er wird matt und sehr häufig rötlich oder bräunlich durch ausgeschiedenes Eisenoxyd gefärbt. Als Endprodukt der einfachen Verwitterung ist die Bildung von Kaolin, wasserhaltigem Thonerdesilikat $Al_2O_3, 2SiO_2 + 2H_2O$, zu betrachten. Dieser Prozeß läßt sich schematisch durch folgende Formel darstellen (Roth, chem. Geol. 1. p. 142):

106 Teile Orthoklas	= 16.88 K_2O	= 18.49 Al_2O_3	= 64.63 SiO_2	
verlieren	16.88 —	— —	43.05 „	$+6.47 H_2O$
es bilden sich 46.45 Tl. Kaolin	= — —	18.49 —	21.58	$+6.47 H_2O$

Durch die Umbildung in Kaolin wird also die Hälfte der Orthoklassubstanz weggeführt. Das entstehende Alkalisilikat gibt zu ferneren Zersetzungen im Boden Veranlassung. Es ist jedoch hervorzuheben, daß bei der Verwitterung des Orthoklases Zeolithe nur sehr selten entstehen und daher in den an Orthoklas reichen Gesteinen meist fehlen.

Anders verläuft die Verwitterung des Orthoklas, wenn nicht reines oder kohlensäurehaltiges Wasser allein, sondern gleichzeitig verdünnte Salzlösungen einwirken. Der Orthoklas wandelt sich dann unter Ausscheidung von Kieselsäure und Alkalien, unter Aufnahme von Eisenoxydul in feinschuppigen Kaliglimmer, durch Zuführung von Eisen und Kalk in Epidot um. Im Dünnschliffe ist es nicht selten möglich, die drei Hauptbildungen, Kaolin, Glimmer und Epidot, neben einander in demselben Krystall zu beobachten. Dort läßt sich auch feststellen, daß die Verwitterung zumeist den Spaltungsflächen folgt. Während einzelne Teile des Krystalles noch klar und unverändert sind, sind andere schon vollkommen zersetzt.

Von den Feldspathen gilt der Orthoklas als der am schwierigsten angreifbare; obwohl sehr häufig die Plagioklase in Gesteinen noch frisch erscheinen, während die Zersetzung der Orthoklase weit vorgeschritten ist.

Plagioklase werden alle triklin krystallisierenden Feldspathe genannt. Dieselben enthalten namentlich Kalk und Natron, obgleich man auch einen verbreiteten triklinen Kali-

feldspath, den Mikroklin, kennt. Dieser tritt nicht gerade selten als Gesteinsgemengteil auf; ist mit dem Orthoklas gleichartig zusammengesetzt und scheint derselben Verwitterung wie dieser zu unterliegen.

Die zweite an Natron und Kalk reiche Plagioklasreihe wird als innige Verwachsung zweier selbstständig nur selten auftretender Mineralien betrachtet. Einmal des Albit (Natronfeldspath) $Na_2Al_2Si_6O_{16}$ und das Anorthit (Kalkfeldspath) $CaAl_2Si_2O_8$. Von den sehr zahlreichen Mischungen dieser beiden Mineralien, die sich durch eine Verwachsung zahlreicher oft äußerst feiner Krystalllamellen auszeichnen (daher Zwillingsstreifung auf einzelnen [den basischen] Spaltflächen) hat man zwei vielfach vorkommende Abarten mit besonderen Namen belegt. Einmal den Natronkalkfeldspath oder Oligoklas und anderseits den Kalknatronfeldspath oder Labrador.

Die Zusammensetzung der letzteren liegt in der Mitte zwischen der beider Grundsubstanzen, nur daß im Labrador der Kalk, im Oligoklas das Natron vorwiegt. (Auch Kali fehlt selten gänzlich.)

Albit 11.82 NaO — 19.56 Al_2O_3 — 68.62 SiO_2
Anorthit 20.10 CaO — 36.82 Al_2O_3 — 43.08 SiO_2

Die Verwitterung der Plagioklase verläuft ähnlich wie bei dem Orthoklas, nur daß bei jenen an Stelle des Kali das Natron und der Kalk weggeführt werden und sich vielfach als kohlensaurer Kalk oder als Zeolithe abscheiden. Mit Ausnahme des Anorthit bilden auch die Plagioklase in der Regel Kaolin, können aber auch zur Entstehung von Glimmer und Epidot Veranlassung geben. Im allgemeinen verwittern die Plagioklase leichter als die Orthoklase.

Die Glimmergruppe. Neben den Feldspathen nehmen die Glimmer einen hervorragenden Platz unter den gesteinbildenden Mineralien ein. Man hat in neuerer Zeit die Glimmer, namentlich nach ihrem optischen Verhalten, in eine größere Zahl von Arten zerlegt; für die Bodenkunde genügt es, an der alten Trennung in Kaliglimmer und Magnesiaglimmer festzuhalten; ersterer meist hell, oft silberweiß, letzterer dunkel gefärbt. Alle Glimmer zeichnen sich durch leichte Spaltbarkeit aus.

Kaliglimmer ausgezeichnet spaltbar und dadurch in die dünnsten elastischen Blättchen zerlegbar. Chemisch ein sehr wechselnd zusammengesetztes Mineral $SiO_2 = 46$—50%; $Al_2O_3 = 25$—35%; $K_2O = 8$—10%; mit einem meist kleinen Gehalte an Eisen, namentlich Eisenoxyd (0.5—5%), sowie Fluor und Wasser (1—4%). Der Kaliglimmer ist ein Bestandteil der Granite, Gneise, vieler Glimmerschiefer u. s. w.

Verwitterung. Kaliglimmer wird durch die Verwitterung nur sehr schwer angegriffen. Er bildet durch mechanische Einwirkungen meist sehr fein verteilte kleine Schuppen und Blättchen, die sich dem Boden beimischen und sich sehr lange unverändert erhalten (z. B. in den tertiären Glimmersanden).

Magnesiaglimmer, meist dunkler gefärbt, schwarz, grün oder grau, auch braun, sehr vielfach nicht so ausgezeichnet spaltbar wie der Kaliglimmer, von dem er sich durch seinen hohen Gehalt an Magnesia (10—30%) und an Eisenoxydul unterscheidet, neben denen er jedoch stets reichlich Kali (5—10%) enthält.

Verwitterung. Der Magnesiaglimmer verwittert sehr viel leichter als der Kaliglimmer. Häufig sind die dunkeln Lamellen von einem hellgefärbten Rande umgeben, der durch Wegführung des Eisens und der Alkalien entstanden ist. Oft setzt sich auch Eisenoxyd zwischen den Glimmerblättchen ab und färbt diese rötlich. Der Boden, welcher sich aus Gesteinen bildet, die reich an Magnesiaglimmer sind, ist ein eisenreicher Thonboden und durch seine viel günstigeren Eigenschaften und seine Fruchtbarkeit von dem aus Kaliglimmer entstandenen unterschieden. Vielfach werden die Basen in Karbonate umgewandelt; anderseits treten Umbildungen der Magnesiaglimmer in Talk und Serpentin auf.

Hornblende und Augitgruppe. Diese Gruppe umfaßt eine Anzahl von Mineralien, die rhombisch und monoklin, seltener triklin krystallisieren. Alle sind ähnlich zusammengesetzt und zeigen auch in bezug auf die vorkommenden Krystallformen bestimmte Beziehungen.

Für die Bodenkunde sind nur Hornblende und Augit von Bedeutung. Beide sind im reinsten Zustande ein Magnesiumbisilikat $MgSiO_3$; in welchem das Magnesium zum Teil durch Kalcium oder Eisen ersetzt ist. Die verbreitetsten Abarten enthalten jedoch noch reichliche Mengen von Thonerde. Je nach dem Vorkommen derselben ist der Verlauf der Verwitterung ein verschiedener.

Die Hornblende (Amphibol) zeichnet sich durch gute Spaltbarkeit und glänzende Spaltungsflächen aus. Der Kieselsäuregehalt schwankt von 39—49%; Thonerde von 8—15%; außerdem finden sich Alkalien (oft bis 3% Na_2O), dagegen nur sparsam Kalkerde.

Die Hornblende findet sich in vielen Gesteinen als wesentlicher Gemengteil, so im Syenit, Diorit, Hornblendeschiefer zc.

Die Verwitterung verläuft verschieden je nach dem Gehalt an Thonerde. Die selteneren thonerdefreien Formen werden in Talk, Serpentin und Chlorit umgewandelt. Die thonerdehaltigen verlieren zunächst Ca, Mg und Alkalien, nehmen dagegen Wasser auf und ergeben als Rückstand einen eisenreichen Thon, der vielfach noch ausgeschiedene Karbonate enthält. Außerdem hat man bei der Hornblende noch Umbildung in eine feinfaserige Masse, Asbest, sowie in Glimmer, Epidot und Chlorit beobachtet.

Augit (Pyroxen) unterscheidet sich in Bruchstücken von der Hornblende durch die geringe Spaltbarkeit. Der Augit schließt sich in seiner Zusammensetzung der Hornblende an, ist aber fast völlig frei von Alkalien; der Gehalt an Thonerde übersteigt selten 4—6%; Kalkerde ist dagegen meist reichlicher als bei den Hornblenden vorhanden.

Der geringere Thonerdegehalt bewirkt der Hornblende gegenüber einen etwas abweichenden Verlauf der Verwitterung. Zumeist geht aus der Zersetzung der Augite eine zerreibliche, grüne Masse, Grünerde, hervor, von wechselnder Zusammensetzung, aber immer reich an Kieselsäure, während Magnesia und Kalk abgenommen haben und in vielen Fällen als Karbonate dem Gestein beigemengt sind. Bei noch weiter fortschreitender Verwitterung wird ein eisenreicher Thon, ganz ähnlich wie bei der Hornblende, gebildet.

Leucit, ein Bestandteil einzelner basaltischen Gesteine, ein Doppelsilikat von Thonerde und Kali $K_2Al_2(SiO_3)_4$. Bei der Verwitterung wird eine weiße, thonige Masse, wahrscheinlich Kaolin, gebildet.

Nephelin ist verbreiteter als Leucit und als Bestandteil basaltischer Gesteine, wie des Phonolith von größerer Bedeutung. Nephelin ist ein Doppelsilikat von Kali (wenig), Natron und Thonerde $R_6(Al_2)_3Si_7O_{26}$ (R_6 meist gleich 1 K und 5 Na). Bei der Verwitterung nimmt der Nephelin Wasser auf und bildet Zeolithe, namentlich Natrolith.

Epidot, ein wasserhaltiges kalkreiches Thonerde-Eisenoxyd-Silikat von grünlichen Färbungen entsteht sehr häufig als sekundäres Produkt bei der Einwirkung kalk- und eisenreicher Gewässer auf Feldspathe und andere thonerdehaltige Silikate. Epidot ist oft die Ursache der gelblich grünen Färbung von Gesteinen, namentlich von Felsitgesteinen, deren Grundmasse überwiegend in Epidot umgewandelt werden kann.

Granat umfaßt eine Gruppe von Mineralien, die in der äußeren Krystallform übereinstimmen und als Gemische isomorpher Verbindungen zu betrachten sind. Die Granatmineralien sind nach der Formel $R^{II}{}_3R^{VI}Si_3O_{12}$ zusammengesetzt; $R^{II} = Ca, Mg, Fe, Mn$; $R^{VI} = Al_2O_3, Fe_2O_3$. Die Verwitterung und Umbildung der Granaten ist der Zusammensetzung entsprechend sehr mannigfach und auch vielfach Gegenstand der Untersuchung gewesen, jedoch von geringem bodenkundlichem Interesse.

Turmalin (Schörl), von sehr mannigfacher Zusammensetzung ($R^{a}SiO_5$; $R^I = H, K, Na, Li$; $R^{II} = Mg, Fe, Mn, Ca$; $R^{VI} = Al_2O_3$; also isomorphe Mischungen von Zweidrittelsilikaten ein-, zwei- und mehrwertiger Elemente). Für die Bodenkunde hat nur die schwarze Abänderung des Turmalins, der Schörl, eine geringe Bedeutung. Bei der Verwitterung wird er zumeist in Kaliglimmer umgewandelt, seltner in Chlorit oder Talk.

Chlorit umfaßt eine Anzahl grün gefärbter, weit verbreiteter Mineralien, die in Härte und Spaltbarkeit zwischen Talk und Glimmer stehen und wasserhaltige Silikate von Magnesia, Eisen und Thonerde sind (25—32 % SiO_2; 19—23 Al_2O_3; 15—29 FeO; 13—25 MgO; 9—12 H_2O). Die Chlorite sind immer als sekundäre Mineralien zu betrachten und die mit am häufigsten auftretenden Umbildungsprodukte der verwitternden Gesteine. Als Chloritschiefer bilden sie selbständig beträchtliche Gebirgsmassen. Als Produkt der Verwitterung unterliegt der Chlorit nur schwierig weiteren Umbildungen; erfolgen diese, so wird meistens Kieselsäure als Quarz oder Chalcedon abgeschieden, das Eisen in Eisenoxydulhydrat umgewandelt und die Magnesia in Karbonat übergeführt.

Zeolithe umfassen eine zahlreiche Reihe von Mineralien, die alle wasserhaltig sind und beim Erhitzen das Wasser unter Aufschäumen verlieren. Es sind Doppelsilikate von Kali, Natron, Kalk und Thonerde. (Die wenigen Thonerde-freien, sowie die Baryum enthaltenden Arten sind hier ohne Bedeutung).

Die Zeolithe bilden sich zahlreich bei der Verwitterung Natron und Kalk haltender Mineralien und finden sich namentlich in den Klüften und Hohlräumen vulkanischer Gesteine, aber auch auf Erzgängen u. dergl. abgeschieden.

Viele Zeolithe verlieren leicht Wasser und zerfallen dann in ein feines Pulver; durch fortschreitende Verwitterung gehen aus denselben kaolinartige Erden hervor. Die Zeolithe wandeln sich bei Einwirkung gelöster Salze leicht um (indem sie andere Zeolithmineralien bilden) und sind so eins der beweglichsten und wichtigsten Elemente des Ackerbodens, da sich viele Absorptionserscheinungen mit höchster Wahrscheinlichkeit auf die Gegenwart zeolitischer Körper im Boden zurückführen lassen.

Von der großen Zahl der bekannten Zeolithe können hier nur einzelne Beispiele aufgeführt werden:

Mesotyp (Natrolith) $Na_2Al_2Si_3O_{10} + 2H_2O$; der verbreitetste Zeolith; gleichzeitig einer der am wenigsten Zersetzungen unterworfenen. In basaltischen und phonolithischen Gesteinen.

Harmotom $H_2(BaK_2)Al_2Si_5O_{15} + 4H_2O$ auf Erzgängen; im Basalt.

Analcim $Na_2Al_2Si_4O_{12} + 2H_2O$ in plutonischen Gesteinen.

Skolecit $CaAl_2Si_3O_{10} + 3H_2O$.

Phillipsit $Ca(K_2, Na_2)Al_2Si_4O_{12} + 4H_2O$.

Die Zeolithe finden sich häufig neben einander in denselben Gesteinen, deren Zersetzungsprodukte sie sind.

Kaolin und Thonmineralien. Die Verwitterung der meisten thonerdehaltigen Mineralien ergiebt wasserhaltige kieselsaure Thonerde, als deren reinste Form man den Kaolin betrachten kann.

Kaolin ist versteckt krystallinisch, nicht amorph, wie man bei der hohen Plastizität vermuten sollte. Bei sehr starker Vergrößerung erkennt man, daß der Kaolin aus sehr feinen, meist sechsseitigen Lamellen besteht. Chemisch ist der Kaolin nach den besten vorliegenden Analysen als $H_2Al_2Si_2O_8 + H_2O$ aufzufassen (46,40 % SiO_2; 39,68 Al_2O_3; 13,92 H_2O). Die ältere Formel $Al_2Si_2O_7 + 2H_2O$ ist wohl weniger richtig, da ein Teil des Wassers erst bei stärkerem Glühen entweicht. Der Kaolin ist vor dem Lötrohre unschmelzbar; Salz- und Salpetersäure greifen ihn nicht an, Schwefelsäure zersetzt ihn. Von Kalilauge wird er aufgenommen.

Viele Versuche haben zu der Meinung geführt, daß der Kaolin etwas quellbar ist,

also Wasser in sich aufzunehmen vermag, obgleich seine Unlöslichkeit und die krystallinische Beschaffenheit dagegen spricht.

Der Kaolin ist nie völlig rein, sondern noch mit Resten der ursprünglichen Mineralien, mit Quarzkörnern u. s. w. untermischt.

Viel mannigfaltiger sind die „Thonarten" zusammengesetzt; die Kenntnis der in denselben vorhandenen chemischen Verbindungen ist jedoch noch eine sehr lückenhafte. Die feine Verteilung der Thone und die Schwierigkeit die einzelnen Verbindungen zu trennen bedingt dies; die Gesamtanalyse der verschiedenen Thone ergiebt, da sie Mischungen sind, die allerverschiedensten Resultate. Für die Bodenkunde kommen neben den Thonen, welche dem Kaolin nahe stehen, namentlich noch die eisenreichen Thonarten in Betracht.

Karbonate. Neben den Silikaten sind die wichtigsten und nächst jenen in größter Ausdehnung vorkommenden Mineralarten die kohlensauren Salze des Calciums, Magnesiums und des Eisens.

Kohlensaurer Kalk findet sich in drei Formen, als Kalkspath, Aragonit und Kreide. Alle brausen mit Säuren übergossen lebhaft auf.

Kalkspath, hexagonal-rhomboëdrisch krystallisiertes Calciumcarbonat $CaCO_3$ (56% CaO; 44% CO_2); findet sich in zahlreichen Krystallformen weit verbreitet (Gängen, als Kalkstein und Marmor u. s. w.).

Aragonit, rhombisches Calciumcarbonat, weniger verbreitet als der Kalkspath.

Kreide, amorph, bildet ganze Gesteinsmassen.

Der kohlensaure Kalk wird bei der Verwitterung calciumhaltiger Gesteine häufig gebildet, findet sich daher auch vielfach in Gesteinen wie in verwittertem Basalt, Diabas ꝛc. Der kohlensaure Kalk wird durch kohlensäurehaltige Gewässer als saurer kohlensaurer Kalk gelöst, ohne einen Rückstand zu hinterlassen, er ist daher einer Verwitterung im einfachen Sinne nicht zugängig. Größere Kalkgesteine zerfallen jedoch in Stücke, da erfahrungsmäßig einzelne Teile leichter angreifbar sind, und bilden zuletzt einen feinkörnigen Sand, den Kalksand. Als Rückstand von der Verwitterung der Kalksteine können daher nur die Beimengungen derselben zurückbleiben, die meist aus thonigen Stoffen bestehen, untermischt mit noch nicht gelösten Kalksteinresten. Dagegen ist der kohlensaure Kalk, namentlich die verbreitetste Form, der Kalkspath, die Ursache vielfacher Umwandlungen und Abscheidungen gelöster Mineralstoffe. Namentlich Metalle vermag er zu fällen, indem die meist leichter löslichen Kalksalze weggeführt werden, während die Metallsalze oder deren Oxyde sich abscheiden. Es sind so Pseudomorphosen von Eisenoxyd (Roteisen und Brauneisen) und Mangansuperoxyd nach Kalkspath vielfach bekannt.

Dolomit. Enthalten Kalkgesteine kohlensaure Magnesia, so ist diese viel schwerer löslich als kohlensaurer Kalk, das Gestein reichert sich daher bei der Verwitterung an derselben an und es bleibt zumeist eine Doppelverbindung kohlensaure Kalk-Magnesia oder Dolomit zurück. Es ist dies ein Weg, auf dem der als Gestein weit verbreitete Dolomit entstehen kann. Bei weiterer Einwirkung der kohlensäurehaltigen Gewässer wird jedoch auch der Dolomit angegriffen und teilweise gelöst, während der Rest in ein feines Pulver von Dolomit, die sog. „Asche", zerfällt.

Dolomit unterscheidet sich vom Kalkspath namentlich durch die geringere Löslichkeit in Säuren, mit denen ein Aufbrausen nur bei Anwendung von gepulvertem Dolomit oder bei höherer Temperatur erfolgt.

Der Dolomit unterliegt ebenso wie der Kalkspath nur einer Lösung, keiner eigentlichen Verwitterung; zu Umbildungen giebt der Dolomit, wegen der geringeren chemischen Wirksamkeit desselben, selten Veranlassung.

Eisenspath, kohlensaures Eisenoxydul (62,07% FeO; 37,93 CO_2), ist ebenfalls ein

sehr häufiges Produkt der Verwitterung von eisenhaltigen Gesteinen. Wie die vorbesprochenen Mineralien ist es in kohlensäurehaltigem Wasser löslich, oxydiert sich jedoch sehr leicht unter Abgabe der gebundenen Kohlensäure zu Eisenoxyd oder unter Wasseraufnahme zu Eisenoxydhydrat. Pseudomorphosen von Rot- und Brauneisen nach Eisenspath sind daher häufig.

Sulfate. Von schwefelsauren Verbindungen tritt nur der schwefelsaure Kalk als Anhydrit und im wasserhaltigen Zustande als Gyps gesteinbildend auf.

Anhydrit $CaSO_4$ (41,2 CaO; 58,8 SO_3), in krystallinischen, graulich oder bläulich gefärbten Massen, seltener in rhombischen Krystallen, geht unter Wasseraufnahme über in

Gyps $CaSO_4 + 2H_2O$ (32,5 CaO; 46,5 SO_3; 21 H_2O). Der Gyps ist das verbreitetste schwefelsaure Salz und in kleinen Mengen in den meisten Bodenarten enthalten. Er löst sich in etwa 400 Thln. Wasser, verwittert daher im strengen Sinne nicht, sondern wird in Lösung weggeführt und krystallisiert beim Verdunsten des Wassers vielfach wieder aus, so namentlich in Höhlungen; auch in Thonlagern finden sich sekundär gebildete Gypskrystalle häufig vor.

Schwerspath (Baryt) (65,7 BaO; 34,3 SO_3) findet sich namentlich in Gängen, oft in schönen rhombischen Krystallen. Schwerspath ist eins der unlöslichsten Mineralien und ohne wesentliche bodenkundliche Bedeutung.

Phosphate. Von den phosphorsauren Salzen ist nur der phosphorsaure Kalk im krystallisierten Zustande als Apatit, krystallinisch als Phosphorit bezeichnet, verbreitet und bodenkundlich von großer Wichtigkeit.

Apatit krystallisiert hexagonal und besteht überwiegend aus phosphorsaurem Kalk (41—42% P_2O_5). Der Apatit findet sich in fast allen Gesteinen in Form kleiner Säulen und Nadeln. Er gehört in Quarzen, Hornblende, Augit, Feldspathen zu den am häufigsten vorkommenden Einschlüssen, ist aber prozentisch zumeist nur in sehr geringen Mengen vorhanden. Der Apatit ist der Träger der Phosphorsäure im Boden.

In kohlensäurehaltigem Wasser ist Apatit löslich; größere Krystalle werden durch die Verwitterung undurchsichtig, sie scheinen dabei oftmals zum Teil in Karbonat umgewandelt zu werden, obgleich Analysen zersetzter Apatite kaum vorliegen.

Chloride und Fluoride. Von diesen kommen wesentlich nur die leicht löslichen Salze der Alkalien Steinsalz und Sylvin und außerdem der Flußspath in Frage.

Steinsalz, Chlornatrium, NaCl (39,3 Na; 60,7 Cl), in mächtigen Lagern und in Lösung in vielen Quellen, Salzquellen, Soolen, und im Meerwasser vorkommend. Das Steinsalz ist leicht löslich und wird dadurch leicht aus den Gesteinen und Bodenarten ausgelaugt. Tritt es im Boden in mäßiger Menge auf, so findet sich auf diesem wie auch am Seestrande meist eine eigenartige Flora.

Sylvin, Chlorkalium (52,35 K; 47,65 Cl), in beträchtlichen Ablagerungen in Staßfurt und in Kaluß in Galizien. Wichtiges Kalisalz für Düngerzwecke.

Flußspath, Fluorcalcium, CaF_2 (51,3 Ca; 48,7 F), verbreitet auf Gängen und Klüften. Der Flußspath findet sich häufig in Gesteinen und entsteht wohl zumeist bei der Verwitterung fluorhaltiger Mineralien, namentlich der Glimmer. Flußspath ist nicht völlig unlöslich in Wasser, durch den Angriff desselben zeigen die Krystalle nicht selten rauhe Flächen.

Oxyde und Oxydhydrate.

Roteisen, Eisenoxyd, Fe_2O_3 (70% Fe; 30% O), als Roteisenstein in mächtigen Lagern und Gängen und auch in kleinen Mengen in fast allen Bodenarten verbreitet, deren rote Farbe das Eisenoxyd bedingt.

Das Eisenoxyd geht durch Aufnahme von Wasser in Hydrat über; Pseudomorphosen von Brauneisen nach Roteisen sind nicht gerade selten. Auch im Boden kann man diese Umwandlung gelegentlich beobachten. Bei der Verwitterung und genügender Gegenwart

von Sauerstoff wird Eisenoxyd sehr vielfach in Form kleiner Körner oder Blättchen abgeschieden und bewirkt oft die rötliche Färbung schwach verwitterter Gesteine.

Unter dem Einfluß organischer Substanzen wird Eisenoxyd oder dessen Hydrat zu Oxydul reduziert und als kohlensaures Eisenoxydul gelöst. Das Eisen gehört so zu den beweglichsten Bestandteilen des Bodens und kann bei Luftabschluß leicht disloziert werden.

Eisenoxydhydrate. Durch Wasseraufnahme bildet sich aus Eisenoxyd oder sehr häufig auch direkt bei der Verwitterung der Mineralien Eisenoxydhydrat. Oft kann man beide Verbindungen in Dünnschliffen neben einander beobachten. Die entstehenden Hydrate des Eisenoxyds haben wechselnden Wassergehalt. Dem in Gängen und Lagern, wie auch im Boden, dessen braune Färbung dadurch veranlaßt wird, weit verbreiteten

Brauneisenstein giebt man die Formel $Fe_2(OH)_6$; ein anderes oft vorkommendes Mineral ist der **Göthit** oder Nadeleisenerz $Fe_2H_2O_4$.

Für die Umwandlung gilt das für das Eisenoxyd gesagte. Unter Umständen vermögen jedoch die Hydrate ihr Wasser abzugeben und in Eisenoxyd überzugehen.

Magneteisen (Eisenoxyduloxyd), Fe_3O_4 (72,4% Fe; 27,6% O), ist in Form kleinster Krystalle in sehr vielen Gesteinen verbreitet und oft das Produkt der Zersetzung eisenreicher Mineralien. Bei der Verwitterung nimmt das Magneteisen Sauerstoff auf und geht in Eisenoxyd über; seltener ist eine Umwandlung zu Brauneisen.

Dem Magneteisen steht in der Art des Vorkommens in den Gesteinen das Titaneisen außerordentlich nahe, unterscheidet sich jedoch von jenem durch seine Unlöslichkeit in Säuren, sowie daß Titansäure in Form einer gelblichweißen Masse (Leukoxen) bei der Verwitterung übrig bleibt.

Braunstein, Pyrolusit (Mangansuperoxyd MnO_2) stellt das verbreitetste Mineral des Mangans dar. Es findet sich in Gängen und in kleinen Mengen vielfach in Gesteinsklüften, deren Flächen es in baumförmigen Zeichnungen überzieht (sog. Dendriten).

Schwefelmetalle.

Schwefeleisen, FeS_2, findet sich in der Natur in zwei Ausbildungsformen, einmal regulär krystallisiert als **Schwefelkies,** sodann rhombisch als **Markasit** (Strahlkies). Der Schwefelkies ist verbreiteter als der letztere, obgleich auch dieser nicht selten vorkommt und namentlich in den Ablagerungen der Tertiär- und Kreideformation sich findet.

Schwefelkies ist ferner in Form kleinerer oder größerer Krystalle in vielen Gesteinen vorhanden; er findet sich auch, wenngleich im ganzen selten, in Schichten von Moor- und Torflagern. Die Verwitterung erfolgt durch Aufnahme von Sauerstoff und Wasser:

$$FeS_2 + 7\,O + H_2O = FeSO_4 + H_2SO_4$$

d. h. es geht aus der Verwitterung Eisenvitriol und freie Schwefelsäure hervor. Je nach den im Boden vorhandenen Mineralbestandteilen ist die fernere Umsetzung verschieden.

Der Eisenvitriol oxydiert sich bei Gegenwart von Sauerstoff zu schwefelsaurem Eisenoxyd ($3FeSO_4 = Fe_2(SO_4)_3 + Fe_2O_3$) unter Bildung basischer Salze von wechselnder Zusammensetzung. Ist kohlensaurer Kalk vorhanden, so bildet sich Gyps und das entstehende kohlensaure Eisenoxydul geht unter Kohlensäureverlust und Sauerstoffaufnahme in Eisenoxyd, bezw. Eisenoxydhydrat über; es sind so Pseudomorphosen von Brauneisen nach Schwefelkies häufig. Auch die im Diluvium verbreiteten Eisennieren gehen aus der Oxydation von Markasit hervor. Das entstehende Brauneisen verkittet den umliegenden Sand.

Die freie Schwefelsäure bewirkt ferner verschiedene Umbildungen. Sind nicht genügend Basen vorhanden, um die Säure zu binden, wie dies namentlich in Moorboden vorkommt, in dem sich zuweilen Schwefelkies fein verteilt vorfindet, so wirkt die freie Säure als Pflanzengift und vernichtet jede Vegetation. Solche schwefelkieshaltige Moorschichten sind durch Wasserbedeckung von der Einwirkung der Luft abgeschlossen; werden dieselben bei Meliorationen oder sonstigem Bodenbearbeiten an die Oberfläche gebracht, so kann zu-

weilen der Boden auf Jahre hinaus durch Schwefelsäure vollständig verdorben und für die Pflanzenkultur ungeeignet werden.

Auch bei Gegenwart genügender Mineralbestandteile ist die Einwirkung der freien Schwefelsäure nicht immer ohne Bedeutung. Am günstigsten verhält sich der verbreitetste Fall, wenn genug Kalkcarbonat vorhanden ist um Gyps zu bilden. Anderseits bildet sich oft schwefelsaure Magnesia und Alaun, beide für die Vegetation nicht ohne Bedeutung, obgleich eine wirklich schädigende Wirkung nur selten zu beobachten ist.

II. Die Verwitterung.

§ 21. Die festen Gesteine, aus welchen die Erdoberfläche sich zusammensetzt, sind nicht unveränderlich. Sowohl durch physikalische Kräfte (Temperaturwechsel, Druck ꝛc.) als auch durch chemische Einwirkungen sind die Gesteine mannigfachem Wechsel unterworfen. Diese Veränderungen, die sich einmal durch Zerfall in Bruchstücke verschiedener Größe bis zum feinsten Staub herab, anderseits in Veränderungen der chemischen Zusammensetzung bemerkbar machen, faßt man unter den Begriff der Verwitterung zusammen.

1) **Verwitterung durch physikalische Kräfte** tritt namentlich durch die von der Temperatur abhängige wechselnde Ausdehnung der Körper und durch die Druckwirkungen hervor, welche das Wasser beim Gefrieren ausüben kann.

a) Einwirkung der Temperatur. Alle Körper dehnen sich bei höherer Temperatur aus und ziehen sich bei niederer Temperatur zusammen. Sind Felsen oder auch Gesteinsbruchstücke in ihren einzelnen Teilen sehr verschiedenen Wärmegraden ausgesetzt, so kann die in den einzelnen Schichten herrschende Spannung so sehr gesteigert werden, daß ein Zerspringen herbeigeführt wird. In den wärmeren Gegenden, namentlich in solchen, welche große Temperaturunterschiede zwischen Tag und Nacht aufzuweisen haben, wie die wasserarmen Wüstengebiete, macht sich diese Erscheinung sehr merkbar. So beobachtet man in Oberägypten, bez. den benachbarten Wüsten, nicht selten, daß die dort verbreiteten Feuersteine mit klingendem Ton zerspringen. In jenen Gegenden wirkt der rasche Wechsel zwischen Wärme und Kälte zweifellos bei der Zertrümmerung der Felsmassen bedeutend mit. Anders in den gemäßigten Klimaten, wo nur frei hervorragende und namentlich steil abstürzende Felsmassen, die am Tage der Sonne ausgesetzt sind, hierdurch beeinflußt werden. Je mehr man sich den Polen nähert, um so gleichmäßiger gestalten sich für längere Zeitabschnitte die Temperaturverhältnisse und um so geringer die Wirkung des Wechsels derselben.

Ein anderer Vorgang ist dagegen nicht ohne Bedeutung. Es ist das verschiedenartige Ausdehnungsvermögen der Mineralien bei Temperaturveränderungen. Sind die Mineralien im krystallisierten Zustande vorhanden, wie dies in Gesteinen meist der Fall, so tritt diese Wirkung nach verschiedenen Richtungen, welche den krystallographischen Axen entsprechen, in wechselnder Größe auf. Als Regel gilt hierbei, daß gleichwertige Axen die gleiche, ungleichwertige Axen verschiedene Ausdehnungskoeffizienten haben. Dementsprechend ist die Volumveränderung durch wechselnde Temperatur bei den regulären Körpern nach allen Richtungen gleichmäßig; bei quadratischen und hexagonal krystallisierenden nach zwei, bei allen andern nach drei Richtungen verschieden. Sind die Größenunterschiede bei den in der Natur vorkommenden Schwankungen des Wärmegrades auch gering, so lockern sie doch den festen Zusammenhang der Gesteine. Wahrscheinlich ist es hierauf zurückzuführen, daß die Verwitterung um so energischer vorschreitet, je grobkörniger die einzelnen Mineralien im Gestein ausgebildet sind. Bei größeren Krystallen wird sich naturgemäs die Volumänderung stärker bemerkbar machen, als bei feinkörnigen Gesteinen. Es gilt dies auch von solchen, welche einheitlich zusammengesetzt sind, da regulär krystallisierende Mineralien nur wenig an der Zusammensetzung der verbreiteten Gesteine Teil nehmen.

Eine gewichtige Rolle bei der Zertrümmerung der Mineralbestandteile spielen wahrscheinlich noch die mikroskopischen Einschlüsse, namentlich die Gas- und Flüssigkeitseinschlüsse, sowie Einstülpungen der Grundmasse, die in Gesteinen und Mineralien zu den verbreiteten Vorkommnissen gehören. Bei wechselnden Temperaturen und dem großen Ausdehnungskoefizient der Gase ($\frac{1}{273}$), sowie bei den Volumveränderungen, welche die eingeschlossenen Flüssigkeiten, die großenteils dem Wasser angehören, beim Gefrieren erleiden, kann man die zersprengende Wirkung derselben sicher als bedeutungsvoll betrachten. Es ist vielleicht hierauf mit zurückzuführen, daß die Flüssigkeitseinschlüsse in schwer spaltbaren und wenig angreifbaren Mineralien, wie z. B. Quarz allgemein verbreitet sind, während sie in andern, wie den Feldspathen, zu den größten Seltenheiten gehören und meist durch Gasporen ersetzt sind.

Größere fremde Einschlüsse, sowie die Einstülpungen der Gesteinsmasse, die in ausgeschiedene Krystalle hineinragen, werden namentlich durch die Volumveränderungen, die sich bei der Verwitterung bemerkbar machen, wirksam sein.

b. Wirkung des gefrierenden Wassers. Die Volumzunahme des Wassers bei seinem Uebergang in den festen Aggregatzustand ist schon kurz erwähnt. Die Wirkung derselben macht sich bei der Zertrümmerung der Gesteine in hervorragender Weise geltend. Die Vermehrung des Wasservolumen beim Gefrieren ist eine beträchtliche und beträgt ziemlich genau $^1/_{11}$ (spez. Gew. des Wassers bei $+4^\circ = 1$; bei $0^\circ = 0{,}99988$; spez. Gew. des Eises bei $0^\circ = 0{,}91674$); also Volumzunahme $1 = 1.102$).

Die bedeutsame Einwirkung des gefrierenden Wassers wird noch durch die Porosität der Gesteine gesteigert. Auch die festesten Gebirgsarten sind von einem Netz feinster Spalten und Hohlräume durchzogen, welche dem Wasser den Eintritt gestatten[6]). Besonders auffällig wird die Wirkung, wenn in größeren Spalten sich tropfbarflüssiges Wasser angesammelt hat, oder abgestorbene Wurzeln sich voll Wasser saugen; das gebildete Eis wirkt dann nach Art eines Keils und kann mächtige Blöcke absprengen. Senft teilt hiervon Beispiele mit (Senft, Forstliche Bodenkunde S. 143). Gesteine, deren Zersetzung schon weiter vorgeschritten ist, sind ganz von Wasseradern durchzogen, beim Gefrieren treiben diese die einzelnen Bruchstücke auseinander und nach dem Auftauen kann das ganze, noch vorher feste Gesteinsstück in Gruß zerfallen. Vorzügliche Beispiele für die Wirkung des Frostes geben auch poröse Ziegelsteine, die im feuchten Zustande längere Zeit dem Frost ausgesetzt waren.

2) **Die lösende Wirkung des Wassers.** § 22. So wenig es Gesteine gibt, die für Wasser gänzlich undurchdringlich sind, ebensowenig gibt es völlig unlösliche Stoffe. Die Verbindungen, in denen der Chemiker bei der Analyse die Stoffe abscheidet und zur Wägung bringt, bezeichnet man oft als unlöslich, thatsächlich sind sie nur sehr schwer löslich.

Auch die scheinbar ganz unangreifbaren Stoffe, wie Quarz, finden sich nicht selten mit zerfressener Oberfläche und geben so den Beweis, daß ein Lösungsmittel eingewirkt hat. Auch die Thatsache, daß Mineralien in den Formen anderer Mineralarten vorkommen (Pseudomorphosen), aus denen sie hervorgegangen sind, zeigt, daß kein fester Stoff völlig unangreifbar oder unveränderlich ist. Vielfach haben in solchen Fällen allerdings verdünnte Salzlösungen eingewirkt, wie ja völlig reines Wasser in der Erdkruste überhaupt nicht anzutreffen ist, aber auch schon die lösende Kraft des Wassers genügt, namentlich im kohlensäurehaltigen Zustande, bedeutsame Veränderungen hervorzubringen.

Als leicht löslich ist namentlich der Gyps anzuführen, welcher sich in etwa 400 Tl. Wasser auflöst. Ferner sind in kohlensäurehaltigem Wasser die Karbonate des Kalkes, der

---

6) Bischof (Lehrbuch d. chem. Geol.) bewies die Porosität der Trachyte des Siebengebirges, indem er sie (unter der Pumpe) in luftverdünnten Raum brachte und dann in verdünnte Schwefelsäure legte. Der Luftdruck preßte die Säure 4—5 cm tief in das Gestein

Magnesia und des Eisenoxydules auflöslich. Die Menge, welche aufgenommen wird, hängt ab von dem Kohlensäuregehalt des Wassers, von der Zeitdauer der Einwirkung und von der Beschaffenheit der Gesteinsoberfläche. Die mehr oder weniger feine Verteilung bez. die Oberflächenbeschaffenheit ist jedoch von großer Bedeutung. Je ebener, glätter und gleichmäßiger die Oberfläche eines Gesteines ist, um so schwieriger vermag das Wasser einzudringen und um so rascher läuft es ab, ohne Stoffe aufnehmen zu können. Die Technik macht Gebrauch von dieser Erfahrung, indem sie Denkmäler, Säulen und dergl. poliert. Nicht nur das Aussehen wird dadurch ein günstigeres, sondern auch die Haltbarkeit wird bedeutend erhöht. Wie sehr der Angriff der Atmosphärilien durch die Beschaffenheit der Oberfläche beeinflußt wird, zeigt ein Versuch von Pfaff, der eine geschliffene Platte von Solenhofer Schiefer der Einwirkung des Regens aussetzte. Nach zwei Jahren betrug der Gewichtsverlust für 2500 Quadratmillimeter nur 0.18 gr; nach drei Jahren schon 0.55 gr. Die Oberfläche war ganz rauh geworden.

In großartigster Weise zeigt sich die größere Widerstandsfähigkeit polirter Felsen in den Gebieten, welche früher von Gletschereis bedeckt waren. Im skandinavischen Norden, in Nordamerika und an anderen Orten finden sich sog. Rundhöcker, gerundete Hügel, die noch jetzt, nach Jahrtausenden, durch die Verwitterung fast unangegriffen, ihre durch Eis geglättete Oberfläche erhalten haben.

Die lösende Thätigkeit des reinen und des kohlensäurehaltigen Wassers muß man von dem Begriff der speziellen Verwitterung trennen, die gleichzeitig eine chemische Zersetzung der Gesteine voraussetzt. Nur bei denjenigen auflöslichen Gebirgsarten, die unlösliche Körper beigemischt enthalten, wie bei den gewöhnlichen Kalksteinen, bleibt ein Rückstand, während die reineren Kalke oder Dolomite nur in ein sandiges Pulver zerfallen. Erfahrungsmäßig sind einzelne Teile eines Gesteines, auch bei gleicher chemischer Zusammensetzung, schwieriger löslich, sie ragen als Ecken und Adern hervor und bilden die Hauptmasse des bei weiterer Einwirkung entstehenden Sandes. Im Hochgebirge ist oft in Folge jener verschiedenartigen Löslichkeit die ganze Oberfläche von Kalkgesteinen von hervorragenden Rippen und Kanten bedeckt: Schratten oder Karrenfelder. (Vergl. Heim, Die Verwitterung im Gebirge, Basel 1879.)

3) **Die Verwitterung im engeren Sinne.** § 23. Die in der Natur thätigen Stoffe, welche eine chemische Umsetzung der Gesteine bewirken, sind Sauerstoff, Wasser und Kohlensäure (namentlich die beiden letzten in gemeinsamer Thätigkeit); Zersetzungen, welche diese Körper hervorbringen, bezeichnet man als die der einfachen Verwitterung. Bei derselben entstehen Lösungen zahlreicher Salze, die ebenfalls chemische Wirkungen hervorzubringen vermögen, und deren Thätigkeit man als komplizierte Verwitterung zusammenfaßt.

Die hier gesteckten Grenzen machen es nicht möglich, beide Vorgänge getrennt und ins einzelne gehend zu verfolgen; in den Angaben über die Mineralverwitterung sind manche Prozesse besprochen, die z. T. der letzten Reihe angehören. Die Vorgänge der komplizierten Verwitterung werden außerdem später bei den Absorptionserscheinungen des Ackerbodens ihre Würdigung finden, da diese fast ausnahmslos mit den Umsetzungen zusammenfallen, welche die Geologie unter jenem Namen zusammenfaßt.

Der Sauerstoff ist bei den Verwitterungserscheinungen der Gesteine im wesentlichen durch die Oxydation des Eisenoxyduls und des Schwefeleisens beteiligt. Weitaus die meisten Elemente finden sich in völlig oxydiertem Zustande, vermögen daher nicht mehr Sauerstoff aufzunehmen. In den Hornblenden, Augiten und vielen anderen Mineralien sind dagegen Oxydulverbindungen des Eisens reichlich vorhanden und ist die Ueberführung derselben in die Oxyde ein wesentlicher und bedeutsamer Teil der Verwitterung.

Das Wasser im reinen Zustande übt eine ganze Reihe und zum Teil wichtige chemische Zersetzungen aus. Namentlich ist die Einwirkung auf Alkalisilikate hervorzuheben.

Nichts ist geeigneter, den Unterschied zwischen löslichen und angreifbaren Mineralsubstanzen zu erklären, als die Einwirkung des Wassers auf ein lösliches Gestein, etwa auf Gyps, und die auf ein zersetzbares, wie z. B. Feldspath.

R. Müller (Tschermak, Mineral. Mitteil. 1877. S. 31) behandelte reinen Kalifeldspath (Adular) während sieben Wochen mit Wasser. Die Zusammensetzung des Feldspathes (angewendet 10.07 gr) sowie die gelöste Menge und die prozentische Löslichkeit der einzelnen Stoffe mag hier folgen.

		gelöste Menge	prozentische Löslichkeit
SiO_2	65.24	0.0102	0.0156
Al_2O_3	18.15	0.0025	0.0137
CaO	1.28	Spur	—
K_2O	14.96	0.0204	0.137

Es war also 0.328% des angewendeten Feldspathes in lösliche Form übergeführt, jedoch zehnmal mehr Kali als Kieselsäure aufgenommen worden. Es hatte sich ein Alkalisilikat gebildet, welches etwas Thonerde in Lösung erhielt.

Noch energischer wirkt Wasser auf Natriumsilikate ein, während die Kieselsäureverbindungen der alkalischen Erden (Ca, Mg) und des Eisens nur unter gleichzeitiger Mitwirkung von Kohlensäure stärker zersetzt werden.

Aus diesem Beispiele geht hervor, daß auch das chemisch reine Wasser, welches man gewohnt ist als einen völlig „indifferenten" Körper zu betrachten, ganz bedeutende chemische Wirkungen auszuüben vermag.

Kohlensäure, oder besser kohlensäurehaltiges Wasser, wirkt in ganz ähnlicher Weise wie Wasser auf Feldspath, auf solche Silikate ein, welche namentlich alkalische Erden und Eisenoxydul enthalten. Auch hier wird das Gestein in einen löslichen und einen unlöslichen Teil zerlegt; es sind aber weniger Silikate, welche weggeführt werden, als vielmehr die aus der Zersetzung derselben hervorgehenden Karbonate.

Namentlich kohlensaurer Kalk und kohlensaures Eisenoxydul sind lösliche Körper während die kieselsauren Verbindungen des Magnesiums nur sehr schwierig von kohlensäurehaltigem Wasser angegriffen werden. Dieser Unterschied zwischen Kalk- und Magnesiaverbindungen ist wichtig.

Der Rückstand, welchen die Einwirkung jener Flüssigkeiten zurückläßt, ist je nach der ursprünglichen Zusammensetzung der Mineralien ein verschiedener. In allen Fällen wird Wasser chemisch gebunden; es entstehen wasserhaltige Körper. Aus der Thonerde geht namentlich Kaolin, aus dem Eisen gehen Eisenoxyd, bez. dessen Hydrat, sowie auch Eisenoxydsilikate hervor, aus der Magnesia bildet sich vorwiegend wasserhaltiges Magnesiumsilikat.

In allen diesen Fällen erfolgt eine Zerlegung der Mineralien in lösliche Körper, die weggeführt werden und in einen unlöslichen und sehr schwierig angreifbaren Rückstand. Diesen Vorgang kann man als das eigentliche Wesen der einfachen Verwitterung bezeichnen.

Es ist natürlich nicht notwendig, daß die Wegführung der löslichen Stoffe sofort geschieht; häufig bedarf es dazu größerer Wassermengen, als zur Verfügung stehen, und erfolgt dann zunächst eine Ausscheidung der neugebildeten Stoffe, die gelegentlich in den krystallisierten Zustand übergehen und dann oft dauernd der Einwirkung des Wassers standhalten. Dahin gehört die Abscheidung der Kieselsäure als Quarz, der als sekundäre Bildung sehr oft im Dünnschliff beobachtet werden kann, während Krystalle von Kalkspath früher oder später doch zur Lösung kommen. Die letzteren finden sich namentlich in Gesteinen, die reich an Kalkfeldspathen (bez. Labrador) und an Augit sind. So kann man z. B. vielfach schwach zersetzten dichten Diabas von dichten dioritischen Gesteinen durch den

Gehalt an Kalkspath unterscheiden (bez. durch das Aufbrausen bei Aufgießen von Salzsäure).

So einfach sich die Vorgänge der einfachen Verwitterung auch in ihrem Endzustand darstellen, so mannigfach sind die Zwischenprodukte. Zurzeit kann man nur angeben, daß von diesen wahrscheinlich eine große Zahl gebildet wird, wenn auch eine Trennung derselben noch nicht möglich ist. Diese Körper werden nun noch außerordentlich verschiedenartig durch die Vorgänge der komplizirten Verwitterung, also durch die Einwirkung der entstandenen Salze aufeinander und auf die Bestandteile des Rückstandes beeinflußt. Nur wenige der wichtigsten bisher erkannten Umsetzungen können hier berührt werden. (Vergl. Bischof, Lehrb. d. chem. Geolog. 1. S. 43.)

Bei der Verwitterung entstehen namentlich kieselsaure und kohlensaure Alkalien, Karbonate des Kalk, der Magnesia und des Eisenoxyduls. Außerdem führen fast alle Bodenarten geringe oder reichlichere Mengen von löslichem schwefelsaurem Kalk.

a) Kieselsaure Alkalien zersetzen die Sulfate und Chloride der alkalischen Erden.

b) Kalisilikat wird durch Eisenoxyd und Thonerde die Kieselsäure entzogen und Alkali freigemacht. Das freie Kali kann Thon lösen und so zu dessen Wegführung Veranlassung geben, obwohl sonst die Thonerde der am schwierigsten bewegliche Bestandteil des Bodens ist.

c) Kohlensaure Alkalien zersetzen Kalksilikat, nicht aber Magnesiumsilikat.

d) Gelöster kohlensaurer Kalk $CaH_2(CO_3)_2$ und Kalisilikat liefern unter Freiwerden der Kieselsäure Karbonate von Kalk und Kali.

Im allgemeinen kann man ferner annehmen, daß fast alle Lösungen oder löslichen Salze so aufeinander wirken, daß sehr verschiedene Verbindungen entstehen, daß z. B. bei Zusammentritt von Kalkbikarbonat und schwefelsaurem Eisen sich alle vier möglichen Verbindungen (schwefels. Kalk, schwefels. Eisen, saurer kohlens. Kalk und saures kohlens. Eisen) neben einander in Lösung befinden. Das Nähere hierüber wird bei den Absorptionserscheinungen besprochen werden.

4) **Organische Stoffe und deren Einwirkung.** Außer den anorganischen Stoffen üben auch die sich zersetzenden organischen Reste eine bedeutsame Thätigkeit, welche die Verwitterung stark befördert. Namentlich sind es die freien „Humussäuren" sowie die leicht löslichen humussauren Alkalien, welche angreifend auf die Gesteine einwirken. Kaum ein Teil der Bodenkunde hat so wenig Förderung gefunden als dieser Punkt. Das darüber Bekannte läßt sich in dem Folgenden zusammenfassen.

Bei Gegenwart von reichlichen Mengen der alkalischen Erden, namentlich des Kalkes, werden überwiegend unlösliche Verbindungen der Humate gebildet; die Einwirkung der humosen Stoffe ist eine geringe.

In Bodenarten, die wenig Kalk, dagegen viel Kali oder Natron enthalten, bilden sich dagegen lösliche humussaure Alkalien, oder in ganz armen Bodenarten finden sich freie lösliche Humussäuren. Die Bodengewässer in Heidegebieten zeigen oft bis in große Tiefe saure Reaktion. Diese humosen Lösungen wirken nun stark lösend und angreifend auf die Mineralstoffe des Bodens. Senft, der diese Punkte noch am ausführlichsten berührt, schreibt namentlich dem humussauren Ammoniak eine starke lösende Wirkung zu (Senft, Gesteins- u. Bodenkunde 2. Aufl. S. 331); er fand, daß die Silikate der Alkalien und der Magnesia, die Sulfate des Kalkes und des Strontiums, die Phosphate von Kalk und Eisen, durch jenes Salz in Lösung übergeführt werden.

Thatsächlich finden sich die obersten Schichten solcher Erdarten, namentlich der Sande, die wenig alkalische Erden enthalten, oft bis in erhebliche Tiefe ausgebleicht und durch Auswaschung an Mineralstoffen erschöpft.

Eine der wichtigsten Einwirkungen der organischen Stoffe ist die Reduktion des Eisenoxydes zu Oxydul; welches als kohlensaures Salz in Lösung geht und später vielfach

die Ursache der Abscheidung von Eisenoxyd und dessen Hydrat, insbesondere des Raseneisensteines ist.

5) **Die Absätze aus verwitternden Gesteinen.** § 24. Unmittelbar an die Wirkungen der Verwitterung müssen die Absätze angeschlossen werden, die sich so vielfach in Gesteinen, wie auch in Bodenschichten finden. Man muß dabei nach dem Vorkommen die durch chemische Reaktionen bewirkten Ausfällungen und die Konkretionen unterscheiden. Beide Formen gehen vielfach ineinander über, unterscheiden sich aber namentlich durch ihre Ablagerungsweise.

Unter Ausfällungen sind hier alle Bildungen verstanden, welche aus gelösten Stoffen hervorgehen, die durch irgend eine chemische, zuweilen auch wohl physikalische Ursache oder Reaktion in unlöslichen Zustand übergeführt werden. Die Abscheidung kann daher an verschiedenen Stellen erfolgen, wird sich aber zumeist schichtenartig über größere oder kleinere Flächen erstrecken, je nach dem Vorhandensein der wirksamen Substanzen.

Die Konkretion[7]) dagegen setzt ebenfalls eine Ausscheidung aus gelösten Stoffen voraus (nur selten wird eine mechanische Verschwemmung Konkretionen bilden können), verlangt aber gleichzeitig ein inniges Zusammenlagern der gleichartigen Teile. Es treten also bei der Bildung der Konkretionen Kohäsionskräfte in Wirkung, welche immer Gleiches zu Gleichem hinzufügen und so ein allmähliches Wachsen der Abscheidung von innen nach außen herbeiführen. Dementsprechend ist die Form der Konkretion in der Regel eine mehr oder weniger linsenförmige oder der Kugelgestalt genäherte (Lößpuppen, Markasitknollen u. dergl.).

Ausfällungen können in Konkretionen übergehen, indem die ausgefällten Körper in innige Berührung gelangen und Kohäsionskräfte eine Zusammenlagerung herbeiführen. Die meisten Lager von Raseneisenstein sind wohl durch Ausfällung von Eisenoxydulsalzen bei deren Oxydation gebildet. Die abgeschiedenen ursprünglich feinpulverigen Massen lagern sich jedoch zusammen und werden dadurch in eine feste, steinartige Masse übergeführt. Die Raseneisenerze gehören so, trotz ihrer Entstehung, wohl zweifellos zu den Konkretionen, wofür auch die weitverbreitete kugelige Gestalt derselben spricht.

Im allgemeinen sind im Boden größere, durch Ausfällung, ohne Konkretionsbildung, entstandene Massen selten. Wahrscheinlich sind denselben die im Moorboden weit verbreitet vorkommenden kohlensauren Kalke, die Moormergel oder Alm genannten Bildungen zuzuzählen; außerdem (nach der Meinung des Verfassers) der Ortstein.

Das Auftreten von Konkretionen in den oberen Erdschichten, namentlich im Boden, ist vielfach übersehen worden. Es ist ein Verdienst von Emeis (waldbauliche Forschungen. Berlin 1875 und viele spätere Arbeiten in der allg. Forst- u. Jagdztg.; Zeitschr. f. Heidekultur) hierauf nachdrücklich hingewiesen und so die Bodenkunde wesentlich gefördert zu haben.

Im folgenden werden die wichtigsten Absätze nach ihrer chemischen Beschaffenheit kurz besprochen werden und wird die Entstehung soweit thunlich kurz berührt werden. Als allgemeine Regel gilt, daß Stoffe, welche sich (meist unter Mitwirkung chemischer Reaktionen) aus einer Lösung abgeschieden haben, nicht auch als solche in derselben löslich zu sein brauchen.

Karbonate. Zu den verbreitetsten und wichtigsten Absätzen gehören die der Karbonate des Kalkes und der Magnesia, weniger des Eisenoxyduls.

Kohlensaures Calcium, am häufigsten als Kalkspath, seltener als Aragonit, findet sich vielfach auf Gängen und in Hohlräumen der Gesteine. Abscheidungen, in denen oft beide Formen vorkommen, sind Tropfsteine, Kalksinter und Kalktuffe.

7) Die Geologie unterscheidet noch Sekretionen, deren Bildungsweise von den Konkretionen dadurch abweicht, daß die Abscheidung von außen nach innen fortschreitet (Achatmandeln gegenüber den Lößkindchen). Die Vorgänge der Abscheidung sind jedoch völlig gleich und können hier zusammengefaßt werden.

Die Tropfsteine bilden sich in Höhlen der Kalkgesteine. Die langsame Verdunstung des Wassers veranlaßt die Abscheidung des gelösten Kalkes.

Kalksinter, scheidet sich überwiegend aus dem gelösten Kalke heißer Quellen aus und wird oft in Form zusammengelagerter gerundeter Körner gebildet, Rogen- oder Erbsenstein, oolithischer Kalk. Namentlich die Sinterbildungen der Karlsbader Quellen sind bekannt (Sprudelstein). Bodenkundlich treten die Kalksinter zurück. Dieselben enthalten zumeist noch andere Karbonate (Fe, Mg, Mn) sowie Oxyde von Eisen und Silikate beigemischt.

Kalktuffe sind von größerer Wichtigkeit. Sie bilden sich unter Mitwirkung von Pflanzen, die den kalkhaltigen Gewässern Kohlensäure entziehen und so den Kalk zum Absetzen bringen. Die Kalktuffe erscheinen als ein unter einander verkittetes Inkrustat von Halmen, Blättern und Moosen. Diese Tuffe bilden sich noch fortwährend und bedecken oft erhebliche Flächen.

Als „Kalksammler" sind von Wichtigkeit die verschiedenen Arten von Chara, die oft bis zur Hälfte der Trockensubstanz aus Kalkkarbonat bestehen. Ferner einzelne Moosarten, die infolge des lebhaften Spitzenwachstums oft in den unteren Lagen schon dicht von Kalktuff umgeben sind, während sie an der Oberfläche weiter grünen. Wässer mit relativ geringem Kalkgehalt (oft nur 0,03 %) vermögen unter Mithilfe der Pflanzen Kalktuff zu bilden.

Moormergel, Alm, sind feinerdige, weiße oder grau gefärbte Abscheidungen von kohlensaurem Kalk, die sich in Mooren und Torflagen bilden. Der Moormergel tritt vielfach nur nesterweise auf, findet sich jedoch auch in ausgedehnteren Schichten. Im feuchten Zustande breiig, trocknet er entweder zu weißen kreideartigen Massen, oder zu einem feinkörnigen, weißen Sande (so der „Alm", der nach Sendtner die Grundlage der meisten bairischen Moore bildet. Vegetat.verh. Südbayerns 1854. S. 123), seltener zu sehr leichten, fast verfilzt erscheinenden zusammenhängenden Schichten.

Die Entstehung des Moormergels ist noch dunkel. Viel für sich hat die Annahme, daß sich schwerlösliche Doppelsalze von humussaurem Kalk-Ammoniak bilden, die später sich zersetzen und feinpulverigen kohlensauren Kalk abscheiden.

Lößpuppen, Lößkindchen, Mergelknauern nennt man im Löß und im Diluvialmergel, sowie in kalkhaltigen Thonen vorkommende Konkretionen von kohlensaurem Kalk, von dem sie 60—80 % enthalten. Dieselben sind gerundet oder als flache Scheiben ausgebildet und erscheinen durch Verwachsen mehrerer kugeligen Bildungen oft in eigenartigen Formen.

Osteokolla. Kalkinkrustate von Wurzeln, die sich namentlich im trockenen, meist flüchtigen Sande bilden und gerade dem Forstmann nicht selten entgegentreten. Es ist beobachtet worden, daß in Dünensanden abgestorbene Wurzeln völlig mit Kalk inkrustiert waren, so daß das feinste Wurzelgeflecht erhalten blieb. (G. Rose, Zeitschr. geol. Ges.)

Sulfate. Gyps wird vielfach durch Verdunstung des Lösungswassers ausgeschieden. Künstlich führt man dies in Gradierwerken herbei, wo Gyps die Hauptmasse der Dornsteine bildet.

Kieselsäure und Silikate. Kieselsäure gehört (als Quarz) auf Gängen und in Gesteinshohlräumen (Chalcedon) zu den verbreitetsten Absätzen.

An der Erdoberfläche wird eine Abscheidung amorpher Kieselsäure namentlich durch die Diatomeen, Algenformen mit kieselsäurehaltiger Umhüllung veranlaßt, welche den Polierschiefer, Tripel bilden. Aus heißen kieselsäurehaltigen Quellen scheidet sich der Kieselsinter durch Verdampfen des Wassers aus (nicht bei der Abkühlung).

Silikate gehören ebenfalls, namentlich im wasserhaltigen Zustande als Zeolithe, zu den verbreiteten Absätzen. Auch in Kalkgesteinen, Thonschiefern u. dergl. hat man Zeo-

lithe gefunden, Vorkommen, die insofern von Wichtigkeit sind, als sie der Anschauung, daß der Erdboden Zeolithe enthält, eine neue Stütze gewähren.

Oxyde und Oxydhydrate. Außer den hierher gehörigen Mineralien von vorwiegend wissenschaftlichem Interesse sind namentlich die Raseneisen- und Ockerbildungen hieher zu rechnen, sowie die Verkittungsmittel der eisenschüssigen Sandsteine.

Ocker, Eisenocker sind pulverige Abscheidungen von Eisenoxydhydrat, dem noch Kalkkarbonat, Thon und andere Silikate beigemischt sind. Die Ockerbildung erfolgt aus eisenhaltigen Quellen durch Oxydation des gelösten kohlensauren Eisenoxyduls, und scheint entweder nur in bewegten Wässern oder solchen mit flachem Wasserspiegel einzutreten.

Raseneisenstein besteht vorwiegend aus Eisenoxydhydrat mit beigemischtem Sande, Thon, organischen Stoffen, die alle in sehr wechselnden Mengen auftreten. Raseneisenstein bildet sich namentlich in Torflagern und Mooren, sowie auf dem Grunde der Seen. (Vergl. Senft, Humus-, Marsch- und Limonitbildungen. Leipzig 1862; Stapf, Zeitschr. geol. Ges. Bd. 18. S. 110 u. 167. 1866).

Der Raseneisenstein findet sich vielfach in kleineren gerundeten Konkretionen von geringem oder ohne jeden Zusammenhang, dann bodenkundlich von geringerer Bedeutung, oder in mächtigen, festen Bänken. Die letztere Form verhält sich den Pflanzen gegenüber wie eine feste Felsschicht. Nur eine Durchbrechung derselben und Ableitung des zu reichlich vorhandenen Wassers kann eine Kultur solcher Flächen ermöglichen.

Absätze organischer Stoffe. Zu diesen gehört in erster Linie der Ortstein.

Ortstein, Branderde, Fuchserde ist ein durch humose Stoffe verkitteter Sand, der sich in großer Ausdehnung in armen Sandböden findet. Die Verbreitungsgebiete des Ortsteins sind namentlich die Küstenländer der Nord- und Ostsee, sowie weite Flächen des nordischen Tieflandes. Der Ortstein enthält 2—10% organischer Stoffe, welche den Sand verkitten. Erfahrungsmäßig sind Bildungen mit 8—10 und mehr Prozent organischer Stoffe weicher, leicht zerreiblich und für die Wurzeln durchdringbar; sie werden Branderde genannt. Der festere Ortstein kommt in zwei Abarten vor, einmal braun bis schwarz, mit mittlerem Gehalte an organischen Stoffen, steinartig; an die Luft gebracht zerfällt er in ein bis zwei Jahren zu einem braunen, später weißen Sande. Anderseits findet sich Ortstein heller braun gefärbt (unterer brauner Ortstein in den Arbeiten des Verfassers) von größerer Mächtigkeit, geringerem Gehalte an organischer Substanz (oft nur 1—2%) und sehr schwieriger Verwitterbarkeit. Von der vorigen Form des Ortsteins unterscheidet er sich namentlich noch durch die größere Zähigkeit; die einzelnen Körner sind wie in einander verfilzt.

Das Vorkommen des Ortsteins ist ein ganz charakteristisches. Unterhalb der humosen Bodenbedeckung findet sich ein schwach humoser (selten mehr als 2% humose Stoffe), grau gefärbter Sand, nach seiner Farbe Grau- oder Bleisand genannt, der durch Auswaschung fast völlig an löslichen Stoffen erschöpft und dessen Silikate verwittert sind. Er enthält oft noch nicht 1/10 % löslicher Mineralstoffe.

In scharfer Linie vom Bleisand getrennt lagert der Ortstein oberhalb einer gelb gefärbten, an Mineralstoffen relativ reichen Sandschicht, der Verwitterungszone des Sandbodens. Der gewöhnliche Ortstein ist von den unterliegenden Sandschichten meist nicht scharf aber erkennbar getrennt, während die zähere Form ganz allmählich in diesen übergeht.

Der Ortstein ist die an löslichen Mineralstoffen reichste Schicht des Bodens. Eisen enthält derselbe in mäßiger Menge, etwas reichlicher noch Thonerde.

Die Anschauungen über die Entstehung des Ortsteins erscheinen jetzt soweit geklärt, daß derselbe durch eine Zufuhr von organischen Stoffen aus der Oberfläche hervorgeht, welche auf der an Mineralstoffen reicheren Verwitterungsschicht sich absetzen und so die

Ausscheidungen veranlassen. Ob diese Abscheidung nun ein chemischer Vorgang ist, oder nur auf einem Festhalten der mechanisch fortgeführten humosen Partikel beruht, darüber bestehen noch verschiedene Ansichten. Der Verfasser (Ramann, Jahrbuch d. geol. Land. v. Preuß. 1885 und Zeitschr. f. Forst- u. Jagdw. 1884, dort auch die ältere Litteratur) glaubt, daß die Ortsteinbildung dadurch bedingt wird, daß die humosen Stoffe in reinem Wasser löslich sind, in salzhaltigem dagegen abgeschieden werden. Die Regenwässer vermögen in den obersten Bodenschichten daher humose Körper zu lösen, führen diese in die Tiefe und eine Ausfällung derselben erfolgt, sowie sie mit Bodenschichten in Berührung kommen, die an löslichen Mineralstoffen reich sind. Diese Erklärung lehnt sich eng an Arbeiten von Emeis (Waldbaul. Forschungen. Berlin 1875) an. Sie wird bestätigt durch die völlig amorphe, strukturlose Beschaffenheit der Humusstoffe, welche die Sande verkitten.

Die Ortsteinbildung schreitet noch fortwährend weiter. Alle armen Sande, die der Auswaschung durch Regen u. s. w. ausgesetzt sind, können Veranlassung zur Abscheidung geben. Kleinere Durchbrechungen der Ortsteinschicht werden durch Neubildungen wieder geschlossen, wobei tiefe Einsenkungen des Ortsteins in den unterliegenden Boden, sogenannte Töpfe, gebildet werden.

Für die Waldkultur ist der Ortstein von hervorragender Bedeutung. Die Aufforstung der Heideflächen beansprucht große Anwendungen an Geld und Arbeitskraft, es ist daher auf die Neubildung des Ortsteins Rücksicht zu nehmen. Die Löcherkultur ist durchaus zu verwerfen, Streifenkultur in trocknen Lagen, Rabattenkultur in feuchten Lagen zu empfehlen. Die Streifen müssen eine genügende Breite haben (nicht unter ein Meter) um den Bäumen dauernd die tiefern Erdschichten aufzuschließen. Waldbestand wirkt der Ortsteinbildung erfahrungsmäßig entgegen, während Vernichtung des Waldes dieselbe befördert. Es ist dies durch den jährlichen Streuabfall zu erklären, welcher der Bodenoberfläche fortwährend Mineralstoffe zuführt, die von den Wurzeln großenteils tieferen Bodenschichten entzogen sind. Der Auswaschung wird so entgegen gewirkt.

Andere durch die reduzierenden Einwirkungen der organischen Stoffe mit bedingte Ablagerungen sind:

Vivianit, phosphorsaures Eisenoxydul, ursprünglich weiß, nimmt, der Luft ausgesetzt, rasch eine blaue Farbe an. In Torfboden und namentlich in Verbindung mit Raseneisensteinen verbreitet.

Eisenkies (Schwefelkies). Die löslich gewordenen Eisenoxydulsalze werden durch den bei der Fäulnis der Eiweißstoffe frei werdenden Schwefel und Schwefelwasserstoff in Schwefeleisen übergeführt, welches sich in der Natur erfahrungsgemäß als zweifach Schwefeleisen FeS_2 abscheidet. Eisenkies oxydiert sich bei Gegenwart von Luft und Wasser leicht, es kann sich daher nur unter selteneren Bedingungen in Bodenschichten bilden und findet sich namentlich im Untergrunde von Moor- und Torfböden.

III. Die Absorptionserscheinungen im Boden.

Litteratur. Die umfangreiche Litteratur, soweit sie auf Arbeiten über Boden Bezug hat, in A. Mayer, Lehrb. d. Agrikulturchemie. 3. Aufl. Heidelberg 1886, fast vollständig angegeben; die Litt. über die komplizierte Verwitterung findet sich in Roth, Chemische Geologie. Berlin 1879.

§ 25. Unter den Vorgängen im Boden haben die Absorptionserscheinungen bei ihrem Bekanntwerden das größte Aufsehen erregt und die mannigfachste Bearbeitung erfahren. Ueber keinen anderen Gegenstand der Bodenkunde sind jedoch so viel irrige Anschauungen verbreitet und kaum einer hat zu so viel Besprechungen Veranlassung gegeben, als dies gerade bei den Absorptionserscheinungen der Fall war.

Die Ehre der ersten Entdeckung derselben gebührt wesentlich dem Engländer Way, obwohl einzelne hierher gehörige Thatsachen schon vorher bekannt waren; das Verdienst

Liebig's ist es aber gewesen, die Tragweite der Thatsachen scharf erkannt und denselben die weiteste Verbreitung gegeben zu haben.

Der speziellen Behandlung der Absorptionserscheinungen müssen einige theoretische Betrachtungen vorausgeschickt werden, da eine Anzahl von Thatsachen und Kräften dabei mitwirken, welche in dem gewöhnlichen Lehrgang der Chemie kaum angeführt werden.

Chemische Reaktionen erfordern für ihre Beendigung eine gewisse Zeitdauer. Mischt man z. B. Lösungen von essigsaurem Natrium und Chlorbaryum, so tritt scheinbar keine Einwirkung zwischen den beiden Körpern ein; trotzdem ist es möglich unter Benützung bestimmter Hilfsmittel nachzuweisen, daß in der Lösung nicht nur die beiden ursprünglichen Salze vorhanden sind, sondern daß in derselben ein Teil des Natriums mit Chlor, ein Teil des Baryums an Essigsäure gebunden ist. Es befinden sich also dann in der Flüssigkeit essigsaures Natrium, Chlornatrium, essigsaures Baryum und Chlorbaryum. Die Mengenverhältnisse, in denen solche gemischte Lösungen die einzelnen Bestandtheile enthalten, sind von der chemischen Wirksamkeit der einzelnen Elemente abhängig. Es bildet sich, wie man sagt, ein Zustand des Gleichgewichtes in der Einwirkung der einzelnen Stoffe auf einander aus.

Etwas anders verläuft der Prozeß, wenn ein Bestandteil unlöslich ausgeschieden wird. Ist z. B. neben Chlorbaryum nicht essigsaures, sondern schwefelsaures Natrium vorhanden, so wird schwefelsaures Baryum ausgefällt und Chlornatrium bleibt in Lösung,

$$BaCl_2 + Na_2SO_4 = BaSO_4 + 2NaCl.$$

Diese Umsetzungsformel giebt jedoch nur den Endzustand, nicht alle zwischenliegenden Vorgänge an. Bei der ersten Mischung der gegebenen Salze wird alles entstandene schwefelsaure Baryum durch Ausfällung der Einwirkung der Stoffe entzogen und der Gleichgewichtszustand in der Flüssigkeit gestört. Es wird dadurch eine neue Menge des unlöslichen Salzes gebildet und dies so fort, bis jede Spur von Schwefelsäure an Baryum gebunden, unlöslich ausgeschieden und dadurch der chemischen Einwirkung entzogen ist. Hierzu ist aber eine gewisse Zeit notwendig, die für das angezogene Beispiel zwar sehr gering ist, aber unter Umständen längere Dauer erfordern kann.

Auf solchen Vorgängen beruht die Thatsache, daß in der Regel aus einer Lösung vom Boden mehr absorbiert wird, wenn die Einwirkung lange, als wenn die nur ganz kurze Zeit andauert. Natürlich ist dies nur bis zu einem gewissen Grade richtig; hat sich einmal der Gleichgewichtszustand zwischen Boden und Flüssigkeit herausgestellt, so hört jede fernere Einwirkung auf.

Von viel größerer Bedeutung für die Absorptionserscheinungen, ja in ihrem ganzen Verlauf überwiegend davon beeinflußt, ist das Gesetz der chemischen Massenwirkung.

Auch zur Erläuterung dieses Gesetzes mag ein Beispiel dienen. Läßt man bei höherer Temperatur Wasserstoff auf Eisenoxyduloxydul einwirken, so bildet sich metallisches Eisen und Wasser

$$Fe_3O_4 + 8H = 3Fe + 4H_2O.$$

Bedingung ist jedoch für die Beendigung der Reaktion ein sehr großer Ueberschuß von Wasserstoff; wollte man nur die in der Gleichung angegebene Menge Wasserstoff anwenden, so würde nur ein kleiner Teil des Oxydes reduziert werden.

Ganz anders verläuft der Prozeß, wenn man bei derselben erhöhten Temperatur Wasserdampf auf Eisen einwirken läßt. Dann bildet sich Wasserstoffgas und Eisenoxyduloxydul

$$3Fe + 4H_2O = Fe_3O_4 + 8H.$$

Die Umsetzung erfordert einen großen Ueberschuß von Wassergas.

Körper können also die gerade entgegengesetzte Reaktion bewirken, je nach der Menge, in welcher der einzelne vorhanden ist. Das Gesetz ist nach den Entdeckern derselben das Guldberg-Waage'sche Gesetz der chemischen Massenwirkung genannt worden (Journ. f. prakt. Chem.).

Solche Massenwirkungen finden nun im Boden fortwährend statt. Je nach Flüssigkeitsmenge und Mineralstoffen erfolgt ein fortwährender Ausgleich. Die Bodenflüssigkeit ist daher in ihrer Zusammensetzung dauernd in Veränderung begriffen, da Verdunstung und Zufuhr von Wasser mit einander wechseln.

Unter den bezüglichen Arbeiten ist keine so geeignet, die Vorgänge der Absorptionswirkungen und ihre Abhängigkeit von der Massenwirkung so vorzüglich zu zeigen, wie die von Lemberg (Zeitschr. geol. Ges. 1876. p. 318).

Lemberg arbeitete mit wasserhaltigen Silikaten; eins derselben hatte folgende Zusammensetzung:

Silikat 1.	Kieselsäure	46.64 %
	Thonerde	29.38 %
	Kali	22.75 %
	Natron	1.83 %

Nachdem es drei Wochen hindurch mit kohlensäurehaltigem Wasser behandelt worden, ergab sich die folgende Zusammensetzung (ohne Berücksichtigung des chemisch gebundenen Wassers):

Kieselsäure	54.01 %
Thonerde	39.65 „
Kali	5.34 „

Das Wasser war also im Stande gewesen, den weitaus größten Teil des Kali zu lösen. Führte man dem so entstandenen Salz wieder Kali zu, indem man es mit Kalilauge behandelte, so ergab sich ein Produkt von folgender Zusammensetzung:

Kieselsäure	46.60 %
Thonerde	35.67 „
Kali	17.73 „

Das ausgeschiedene Kali wurde also wieder aufgenommen, wenn es in genügender Menge gegenwärtig war. Eine erneute Behandlung mit Wasser würde es wieder in Lösung geführt haben; oder mit anderen Worten: die Zusammensetzung des Silikates war von der Masse des wirkenden Kaliums und des Wassers abhängig.

Ließ man auf das ursprüngliche Silikat (Silikat 1) Chlorammonium einwirken, so verdrängte das im Ueberschuß vorhandene Ammoniak das Kali fast vollständig und es ergab sich eine Verbindung von folgender Zusammensetzung:

Kieselsäure	56.17 %
Thonerde	34.59 „
Kali	0.89 „
Ammoniak (NH_3) .	8.37 „

In gleicher Weise würde man das Kali oder das Ammon durch einen Ueberschuß von Natron verdrängen können. Die Beispiele sollen nur zeigen, in welcher Weise die Umsetzungen verlaufen. Hiernach wird es leicht sein, sich von den zahllosen Prozessen, die im Boden neben einander hergehen, ein Bild zu machen.

Auch die Thatsache, daß aus konzentrierteren Lösungen mehr Stoffe absorbiert werden als aus verdünnten, erklärt sich leicht, da die Massenwirkung des Wassers in den ersteren zurücktritt. Die Absorption steigt dabei nicht im gleichen Maße mit der Konzentration. Es stellt sich immer ein Gleichgewicht zwischen den wirkenden Stoffen her (also zwischen Boden, Wasser und Salzgehalt), welches in jedem Falle eine verschiedenartige Absorption vermitteln wird, je nach der Menge und Wirkungsweise der einzelnen Körper. Auf die gleiche Ursache ist es wohl auch zurückzuführen, daß dieselbe Menge Erde bei gleicher Stärke der Lösung aus einem größeren Volum Flüssigkeit mehr absorbiert als aus einem kleineren.

Die Absorbierbarkeit der Basen. Die einzelnen basischen Körper haben eine verschieden starke chemische Wirksamkeit. Je nach derselben und je nachdem sie namentlich geneigt sind, lösliche Salze zu bilden, wird die Einwirkung eine verschiedene sein.

Am energischsten wird das Kalium aufgenommen, dem sich das Ammon sehr ähnlich verhält, während das Natrium nur ganz schwach absorbiert wird.

Von den alkalischen Erden wird Magnesium und Calcium sehr wenig festgehalten.

Von den Säuren werden Schwefelsäure, Salpetersäure und die Chlorverbindungen, als solche, die leicht lösliche oder nicht schwer lösliche Salze bilden, nicht absorbiert, während die Phosphorsäure energisch aufgenommen wird; eine Folge der Unlöslichkeit der meisten phosphorsauren Salze (die des Eisen, Thonerde, Kalk, Magnesia).

Alle diese Angaben sind insofern nur relativ richtig, da ja gleichzeitig die vorhandene Menge der einzelnen Stoffe einwirkt. Wie früher gezeigt wurde, vermögen auch solche Metalle wie Natrium, die einer relativ geringen Absorption unterliegen, andere zu verdrängen, wenn sie nur in genügender Masse vorhanden sind. Hierauf gründet sich die Wirkung der sogenannten „indirekten Dünger“ und auch z. Th. solcher Dünger, die aus Pflanzennahrung bestehen, dabei aber löslich sind.

Als indirekter Dünger kann z. B. das Kochsalz angeführt werden. Weder Chlor noch Natrium sind als wesentliche Nährstoffe zu betrachten. Trotzdem wirkt Kochsalz anregend auf die Vegetation. Durch den Ueberschuß von Natrium werden Kalium und andere Körper leichter löslich und so für die Pflanzen in eine rascher aufnehmbare Form übergeführt.

Gyps und Mergel sowie Chilesalpeter gehören ebenfalls zum Teil hierher. Obgleich dieselben wesentliche Nährstoffe enthalten, wirken sie doch gleichzeitig als „indirekte Dünger“, indem sie durch Massenwirkung die übrigen Stoffe löslich machen. Natürlich geschieht dies auf Kosten des vorhandenen Bodenkapitals.

Nach den in der Natur vorkommenden Verhältnissen wird sich die Absorptionswirkung (namentlich in Waldboden) so stellen, daß in der Regel Phosphorsäure, Kali und Ammoniak festgehalten werden, während andere Säuren, sowie Natron, Kalk und auch Magnesia weggeführt werden.

Die Absorptionswirkung wird in erster Linie durch die im Boden vorhandenen wasserhaltigen Silikate, also zeolitische Körper bewirkt. Für diese kann als Gesetz aufgestellt werden, daß die Absorption durch chemischen Austausch geschieht; d. h. an Stelle des absorbierten Stoffes geht eine dem Aequivalentverhältnisse entsprechende Menge eines anderen Elementes in Lösung.

In der Natur wird dies zumeist in der Weise geschehen, daß Natrium und Calcium verdrängt werden. Bringt man Chlorkalium mit Boden in Berührung, so wird ein Teil des Kaliums absorbiert und eine entsprechende Menge von Chlornatrium und Chlorcalcium gebildet und in Lösung übergeführt.

Von Eisenoxyd und Thonerde findet sich nur das erstere im freien Zustande in größerer Menge. Es kann für manche Fälle von Bedeutung werden. So wird z. B. kieselsaures Kalium vollständig von Eisenoxyd aufgenommen, indem sich ein Doppelsilikat von Eisenoxyd und Kali bildet. Außerdem bindet das Eisen noch die Phosphorsäure sehr stark. Die freie Thonerde kann ganz ähnliche Wirkungen ausüben, ist jedoch nur selten mehr als in Spuren im Boden vorhanden. Die Bedeutung der Thonerde liegt in ihrer Neigung, mit anderen Elementen Doppelsilikate zu bilden, die dann den Umsetzungen leicht zugängig sind.

Die humosen Stoffe haben nur sehr geringe Absorptionswirkungen. Nach den vorliegenden Untersuchungen (vergl. namentlich König, Landwirtsch. Jahrbücher 1882.

S. 1) werden nur Kali und Ammoniak im ungebundenen Zustande festgehalten. Beide bewirken eine Quellung der humosen Stoffe. Ob dabei eine chemische Wirkung eintritt, ist zweifelhaft, vielleicht liegt ein Fall einer physikalischen Absorption vor. Es ist jedoch nicht ausgeschlossen, daß auch die humosen Stoffe unter geeigneten Umständen unlösliche Verbindungen zu bilden vermögen. Manche Thatsachen sprechen wenigstens dafür, soweit es sich wenigstens um Kalk und Magnesia, vielleicht auch um Eisenoxyd und Thonerde handelt. Bei der gegenwärtigen ungenügenden Kenntnis der Humuskörper ist es jedoch schwierig, ein Urteil zu fällen.

Zu bemerken ist noch, daß die andern seltener vorkommenden Elemente sich in bezug auf Absorptionswirkungen ganz ähnlich verhalten, wie die besprochenen. Der Boden besitzt durchaus kein Wahlvermögen, wie man dies wohl früher glaubte, sondern viele Metalle, die als Pflanzengifte wirken (Blei, Kupfer u. and.) werden ebenfalls energisch festgehalten.

Die Wirkung des Wassers ergibt sich aus dem Vorhergehenden. Das Wasser wirkt der Absorption entgegen. Wenn auch nur mit schwacher chemischer Energie begabt, macht es sich doch dadurch bemerkbar, daß es der am reichlichsten vorhandene Körper ist. Je reicher ein Boden an absorbierten Stoffen, um so stärker ist die lösende Kraft des Wassers.

Gleichzeitig erklärt die Massenwirkung des Wassers auch die Thatsache, daß dem Boden durch längere Zeit fortgesetztes Auswaschen der größte Teil der absorbierten Stoffe wieder entzogen werden kann.

In der Natur kommt das Regen- und Schneewasser nahezu im reinen Zustande mit dem Boden in Berührung. Die geringen Mengen von Kohlensäure, welche es enthält steigern seine lösende Wirkung. Das Wasser wird sich daher möglichst rasch mit Salzen beladen und so eine allmähliche Auswaschung des Bodens herbeiführen. Der reichliche Gehalt der Quellwässer an Salzen, namentlich an Kalksalzen, zeigt diese lösende und auswaschende Wirkung des Wassers hinreichend. Jeder Boden, dem nicht durch Verwitterung, Streuabfall oder Düngung neue Mineralstoffe zugeführt werden, muß daher allmählich an allen den Stoffen verarmen, welche in Wasser auflöslich sind.

Die Auswaschung trifft dabei nicht alle Bodenschichten gleichmäßig, sondern schreitet allmählich von der Oberfläche nach der Tiefe fort. Das Wasser sättigt sich nahezu in den obersten Lagen, trifft die tiefer liegende als nahezu gesättigte Lösung, und vermag dann nur noch wenig Salze aufzunehmen. Hierauf ist es zurückzuführen, daß in armen, namentlich sandigen Bodenarten fast völlig ausgewaschene Schichten in scharfer Linie von den darunter lagernden reicheren sich absetzen.

IV. Der Transport der Verwitterungsprodukte.

§ 26. Die aus der Verwitterung der Gesteine hervorgehenden Produkte verbleiben nur zum kleinsten Teil dauernd auf dem Orte ihrer Entstehung, während die Hauptmassen durch ihre eigene Schwere, namentlich aber durch die mechanische Thätigkeit des fließenden Wassers fortgeführt werden und an anderen Stellen zur Ablagerung kommen.

Nur in ebener oder sehr schwach geneigter Lage können sich mächtigere Schichten der ursprünglichen Verwitterungsreste halten; ferner geschieht dies, wenn die Verwitterung rasch fortschreitet und namentlich, wenn einzelne Teile des Gesteins noch einen festeren Zusammenhang zeigen, während die Hauptmasse bereits zersetzt ist. So sind die Basaltwacken aus der Verwitterung der Basalte hervorgegangene feinerdige Massen, die noch Krystalle von Hornblende und Augit, sowie unzersetzte Basaltreste einschließen.

Die Umlagerung vorhandener Verwitterungsprodukte erfolgt durch ihre eigene Schwere, indem die ihres Zusammenhanges beraubten Gesteinsbruchstücke an Gehängen hinabgleiten (trockener Abtrag), durch Wasser in flüssiger oder fester Form (Gletscher) und endlich, wenn auch in beschränkterem Maße, durch die Thätigkeit des Windes (Dünen, Flugsandbildungen).

1. **Der trockene Abtrag** (Heim, Verwitterung im Gebirge. Basel 1879. v. Liburnau, Grund und Boden. Wien 1883) findet dem vorausgeschickten entsprechend im Gebirge oder an stärker geneigten Hängen statt. Natürlich wirkt auch hierbei Regenwasser mit und beschleunigt die Abfuhr der Bruchstücke, aber doch nicht in dem Maße, daß darüber der Charakter der Ablagerung verloren ginge.

Im Gebirge bildet der trockene Abtrag die Schuttkegel und Schutthalden, denen man als dritte Form noch den Gehängeschutt anreihen kann.

Schuttkegel bilden sich, wenn die Gesteinsbruchstücke aus einer steilen Schlucht (Riese) in das Thal hinabgleiten; sie häufen sich dann zu kegelförmigen Massen an, welche sich an die Bergwand anlehnen. Schutthalden entstehen dagegen, wenn der Abtrag gleichmäßig an einem Gehänge stattfindet. Als Gehängeschutt bezeichnet man Anhäufungen, die nicht bis ins Thal hinabgeführt, sondern durch Unebenheiten der Bergwand (Klippen, Querrinnen u. s. w.) festgehalten werden.

Alle diese Ablagerungen haben einen bestimmten, nach Größe der Bruchstücke und der Beschaffenheit derselben verschiedenen Neigungswinkel. In der Regel beträgt derselbe 20—30°. Hierdurch unterscheiden sie sich von den Massen, welche durch Wildbäche zusammengeschwemmt werden, die meist einen kleineren (in der Regel 3—10°) Neigungswinkel haben.

Zu den Erscheinungen des trockenen Abtrages sind noch die Bergstürze, Abrutschungen zu rechnen. Diese entstehen durch Abbruch zu steiler Felsen, sowie wenn einzelne, namentlich thonreiche, Schichten bei starker Wasserzufuhr ihren inneren Zusammenhang verlieren und ein Herabgleiten der darüber lagernden Gesteinsmasse veranlassen.

Derartige Bergstürze kommen überwiegend im Hochgebirge vor, namentlich in den Alpen sind sie gefürchtet (kleinere Stürze werden dort als trockene Stein- oder Erdmuhren bezeichnet), aber auch im Flachlande sind an Thalgehängen Abrutschmassen nichts seltenes. Die Aufnahmen der preußischen geologischen Landesanstalt im Flachlande haben daher einen besonderen Farbenthon für Abrutsch- und Abschlämmmassen.

2. **Der Abtrag durch Wasser** [8]) ist weitaus der bedeutendste in der Natur auf den Transport der Verwitterungsreste einwirkende Faktor. Zur Jetztzeit überwiegt die Wirkung des flüssigen Wassers, während in der Diluvialzeit für die gemäßigten Klimate die Wirkung der Gletscher derselben ebenbürtig, wenn nicht überlegen war.

Das flüssige Wasser wirkt namentlich nach drei Richtungen ein, die als Erosion, Geschiebeabfuhr und Geschiebeablagerung bezeichnet werden können, wenngleich alle drei Erscheinungen nebeneinander hergehen und meistens gleichzeitig zur Wirkung gelangen. Erosion findet dann statt, wenn die Strömung stark genug ist, um Teile der umgebenden Gesteine abzubrechen und mit hinwegzuführen. Je nach der Beschaffenheit der Schichten, ob diese aus festem, hartem Gestein oder aus leicht beweglichen Ablagerungen bestehen, wird die Wirkung der Erosion sehr verschieden stark ausfallen. Zu beachten ist auch die abschleifende Wirkung der am Grunde der Flüsse befindlichen Gerölle, die bei ihrer Fortbewegung das Flußbett vertiefen bez. verbreitern müssen.

Die Geschiebeabfuhr und Ablagerung ist ebenfalls von der lebendigen

8) Eine vorzügliche und eingehende Darstellung der betr. Verhältnisse bietet Lorenz v. Liburnau, Grund und Boden. Wien 1883. Nähere Litteraturangaben in: Handbuch d. Ingenieurwissenschaften, 3. Bd. Wasserbau, in 3 Abtlg. Leipzig 1882—84.

Kraft des fließenden Wassers abhängig, welche wiederum je nach der Neigung der Ebene und der vorhandenen Wassermasse sehr verschieden stark sein kann.

Beispiele, welche die Geschiebeabfuhr und natürlich dann auch die Ablagerung an einzelnen Stellen in ihren reinsten Formen zeigen, sind die Wirkungen der Wildbäche im Gebirge. In der trockenen Jahreszeit führen die Wildbäche nur kleine Wasseradern oder trocknen völlig aus. Durch starke Wasserzufuhr (Schneeschmelze, Gewitter) schwellen solche Bäche oft plötzlich an und führen ungeheure Schuttmassen aus den höheren Berglagen in die Thäler.

In den das ganze Jahr hindurch fließenden Gewässern können größere Geschiebe wälzend fortbewegt werden, solche von mittlerer Größe werden am Grunde fortgeschoben, wobei die einzelnen Stücke gleichzeitig im Kreise gedreht werden und so durch gegenseitige Abreibung die für Flußgerölle so charakteristischen flach-rundlichen Formen annehmen. Durch diese Reibung erfolgt gleichzeitig eine Abnahme der einzelnen Stücke an Masse, so daß sich im Oberlauf der Bäche und Flüsse größere, im Mittellauf kleinere Geschiebe finden, während in einem Unterlauf mit nur wenig Gefälle nur noch die feinst verteilten Schlick- und Thonteilchen fortbewegt werden.

Für Gesteinsbruchstücke kleiner Größe, die als Sand bezeichnet werden, ist die Entstehung wahrscheinlich direkt aus dem Zerfall der Gesteine anzunehmen. Es ist noch nicht gelungen, durch Reibung größerer Bruchstücke Sand herzustellen. Anderseits macht es die scharfeckige Beschaffenheit vieler Sandkörner sehr wahrscheinlich, daß eine Reibung nicht oder nur in sehr geringem Maße bei dem Transport erfolgt ist.

Die Abfuhr der Geschiebe aller Größen ist also abhängig von der lebendigen Kraft des Wassers, jede Abnahme derselben wird einzelne Teile der Geschiebe zur Ablagerung bringen. Die Verhältnisse, welche hierbei hauptsächlich wirken, sind folgende:

a) Das Gefäll vermindert sich für die ganze Wassermasse. Es findet dies namentlich statt, wenn ein Gebirgsfluß in die Ebene, ein Bach aus einem engen Seitenthal in ein breiteres Hauptthal eintritt oder sich Gewässer in einen See ergießen. Es bilden sich dann meist sanft geneigte und oft fächerartig ausgebreitete Schuttkegel.

b) Das Gerinne eines fließenden Wassers breitet sich an einer Seite bedeutend aus. Die Reibung des Wassers am Grunde ist dann eine so erhebliche, daß auf den flacheren Stellen eine Ablagerung von Geschieben erfolgt.

c) In Krümmungen der Flüsse ist die Geschwindigkeit des Wassers an der Seite des Ufers, wo dieses konvex vorspringt, kleiner als an der entgegengesetzten Seite. Es erfolgt eine Ablagerung von Sinkstoffen. Bei einem im Serpentinen fließenden Gewässer finden sich so Anlandungen abwechselnd auf der rechten und linken Seite desselben.

d) Durch Rückstau, der durch plötzliche Verengung der Flußbetten oder durch vorliegende größere feste Gegenstände veranlaßt sein kann.

e) Durch Auftreten mehrerer Stromrichtungen (Scharung), die bei ihrem Zusammentreffen Ablagerungen hervorbringen können, sowie an den Mündungen von Nebenflüssen in die Hauptflüsse. Namentlich bilden sich dann quer vor der Mündung Ablagerungen (Barren).

f) Bei Mündung eines Flusses in ein stehendes Gewässer, bez. in die Meere. Flüsse, welche noch größere Geschiebe führen, bilden dann Barren, während solche, die nur fein verteilte Sinkstoffe enthalten, diese nur an ihren Mündungen zur Ablagerung bringen, wenn die Bewegung der Meere eine geringe ist (Deltabildung). Ist die Ebbe und Flutbewegung (die Tiden oder Gezeiten) jedoch stark, so wird der Flußschlamm in das Meer hinausgeführt und kommt erst nach einiger Zeit an ruhigeren Stellen zur Ablagerung. Die Marschen der Weser, Elbe sind so entstanden.

Die Ausdehnung der durch Ablagerung aus fließenden oder in stehenden Gewässern

entstandenen Bodenschichten ist eine sehr bedeutende. Weitaus der größte Teil der alluvialen und diluvialen Bildungen gehört denselben an. Noch bedeutender werden diese Ablagerungen und bilden die Hauptmasse der Erdoberfläche, wenn diejenigen hinzugerechnet werden, die ursprünglich ebenfalls aus Sinkstoffen hervorgegangen, aber später zu festen Gesteinen verkittet sind, wie Sandsteine, Thonschiefer u. a.

Die Thätigkeit des Meeres ist eine mehr zerstörende als aufbauende. Ueberall greifen die Meereswogen die Küsten an, allerdings sehr verschieden nach der Stärke der Wellenbewegung und der Widerstandsfähigkeit der Gesteine. Anderseits ist die Anschwemmung von festen Teilen an manchen Küsten (z. B. der Ostsee) nicht unbedeutend und gibt zur Bildung von Sandmassen Veranlassung, die vom Winde zusammengetrieben als **Dünen** die Küsten vielfach umsäumen.

Die Thätigkeit des Eises bei dem Abtrag der festen Bestandteile ist namentlich auf den Geschiebetransport durch **Gletscher** bedingt, mehr zurück tritt die Wirkung der **Eisschollen**, obgleich auch diese große Blöcke und feinere Bruchstücke von Gesteinen tragen, bei der Zertrümmerung der geschlossenen Eisdecke wegführen und an anderen Punkten zur Ablagerung bringen können.

Die Bildung von Gletschern findet z. B. im Gebirge an einzelnen Stellen, namentlich engen Thälern oder Mulden statt, in denen größere Schneemassen sich ansammeln. Der Schnee schmilzt in den wärmeren Jahreszeiten oder bei Sonnbestrahlung teilweise und wird so in eine feinkörnige Masse, den **Firn**, umgewandelt. Durch Zusammenbacken der einzelnen Firnkörner geht dieser in das zusammenhängende **Gletschereis** über. Das Eis hat nun die Eigenschaft, nicht vollständig spröde zu sein, sondern ähnlich einer pechartigen Masse unter dem Einfluß der eigenen Schwere langsam zu fließen. Die Gletscher bilden so Eisströme von verschiedener Mächtigkeit, die dauernd aus den höher gelegenen Gebieten, in denen die Abschmelzung hinter der Zufuhr von Schnee zurückbleibt, gespeist werden. Die Bewegung der einzelnen Eisteile im Gletscher ist dabei eine sehr komplizierte.

Von den die Gletscher umgebenden Hängen fallen nun Bruchstücke des Gesteines herab und werden durch die Bewegung des Gletschers thalabwärts geführt. Es bilden sich so an beiden Rändern des Gletschers Streifen von großen und kleinen Geschieben, die **Moränen** (Seitenmoränen). Am vorderen Rande des Gletschers, an dem die Abschmelzung erfolgt, häufen sich die zugeführten Gerölle zusammen und bilden die **Endmoräne**. Ein Teil der Gesteinsbruchstücke wird dabei völlig vom Eis umschlossen und durch Reibung an einander und am Eis, sowie an den festen Gesteinswänden allmählich in einen feinen Schlamm zerrieben, der sich namentlich unterhalb der Gletscher regellos untermischt mit feineren oder gröberen Geschieben als **Grundmoräne** ansammelt.

Etwas anders gestalten sich die Verhältnisse in den Polarländern. Die Eisansammlung ist dort eine so große, daß mächtige Flächen vollkommen von einer zusammenhängenden Eismasse, dem „**Inlandeis**“ überdeckt sind. Solches Inlandeis hat keine Oberflächen-Moränen, sondern nur eine Grundmoräne.

In der Diluvialzeit war die Ausdehnung der Gletscher eine außerordentlich große. In den Alpen überdeckten sie den ganzen Kern des Gebirges und drangen weit in die vorliegenden Hochebenen und in den Thälern vor.

Noch großartiger ist die nach den neueren Untersuchungen wahrscheinlich gewordene Ausbreitung eines gewaltigen Inlandeises, welches von dem skandinavischen Norden ausging und sich über ganz Norddeutschland und einen großen Teil des nördlichen und mittleren Rußlandes erstreckte. Alle Diluvialbildungen des nordischen Flachlandes werden so als Ablagerungen betrachtet, deren Transport durch Eis erfolgt ist, während in den Diluvialmergeln noch die Grundmoränen des Inlandeises erhalten sind. (Vergl. **Penck**, Vergletscherung der deutschen Alpen. Leipzig b. Engelmann. Die übrige Litteratur ist

sehr zerstreut, namentlich jedoch in der Zeitschr. der deutschen geologischen Gesellschaft und den Veröffentlichungen der geologischen Landesanstalt von Preußen, sowie von Schweden enthalten.)

3. Abtrag durch die Luftbewegung (Wind). Die Wegführung und Zufuhr von festen Bestandteilen durch Windbewegung beschränkt sich naturgemäs auf Bodenbestandteile geringer Korngrößen. Zur Jetztzeit macht sie sich namentlich bei dem Aufbau und dem Wandern der Dünen sowie in den Flugsandgebieten bemerkbar.

Außerdem kommen hier die Ablagerungen der vulkanischen Sande und Aschen, sowie vielleicht des Löß und der Schwarzerde in Frage.

In früheren Zeitperioden ist zweifellos diese Thätigkeit der Winde und die Dünenbildung eine viel großartigere gewesen als zur Jetztzeit. Zahllose Dünenreihen durchziehen das nordische Flachland.

Dünen, die unbewachsen sind, unterliegen noch einer dauernden Umgestaltung. Sie bilden Hügelreihen sehr gleichkörniger Sande, die senkrecht zur herrschenden Windrichtung stehen. Der Zusammenhalt der einzelnen Körner ist ein sehr loser, der Wind reißt mit Leichtigkeit einen Teil der Körner ab, führt diese über die Dünenköpfe hinweg und bringt sie auf der entgegengesetzten Seite der Düne zur Ablagerung. Hierdurch erfolgt ein fortwährendes Weiterrücken der Düne, sie wandert. Das jährliche Weiterrücken der Dünen ist sehr verschieden und schwankt zwischen 1—6 m. Die Bildung der Wanderdünen ist auf das Seeufer beschränkt, an dem fortwährend Sandmassen ausgeworfen werden und so immer neues Material zugeführt wird.

Die Bindung der Dünen ist von großer wirtschaftlicher Wichtigkeit und bietet viele Schwierigkeiten. Namentlich sind dabei einzelne Pflanzenarten, welche eine Ueberwehung mit Sand gut ertragen, ja sie sogar zum dauernden Gedeihen erfordern, von Wichtigkeit. Darunter in erster Linie Elymus arenarius und Ammophila oder Arundo arenaria.

(Eingehende Angaben über Dünen finden sich in Berendt, Geologie des kurischen Haffes; Krause, der Dünenbau; eine Schilderung der großartigsten bekannten Dünenlandschaft bietet: Mittendorff, Das Thal von Fergana.)

V. Die bodenbildenden Gesteine und ihre Verwitterung.

Litteratur. Sprengel, Bodenkunde. — Fallou, Pedologie. Senft, Boden- und Gesteinskunde. Grebe, Gebirgskunde, Bodenkunde und Klimalehre. 4. Aufl. 1886. Berlin. Abhandlg. d. geolog. Landesanstalt von Preußen &c. (soweit sich diese auf das Flachland beziehen); ferner eine erhebliche Anzahl vereinzelter Angaben. Die für forstliche Zwecke brauchbarste Zusammenstellung bietet Grebe, dem auch hier im wesentlichen gefolgt ist. Der Verfasser ist nicht in der Lage, eigene Beobachtungen zu geben, da bei der Lage von Eberswalde im Flachlande ihm keine Gelegenheit geboten ist, in genügender Weise verschiedenartige Verwitterungsböden kennen zu lernen.

§ 27. Die aus der Gesteinsverwitterung hervorgehenden Bodenarten sind je nach der Zusammensetzung, Korngröße u. s. w. verschiedenartig. Es ist jedoch möglich, für die Hauptgesteinsarten und deren Verwitterungsböden Kennzeichen und ein allgemeines Verhalten anzugeben, welches der überwiegenden Anzahl derselben gemeinsam ist. Einzelne Ausnahmen kommen vielfach vor, sind jedoch eben Ausnahmen von der Regel und vermögen diese selbst nicht zu beeinflussen.

Eine Trennung in „Verwitterungsböden“ und „Schwemmlandsböden“ ist nicht festgehalten, da die letzteren nur die erste Phase der Verwitterung, das Zerfallen in kleine Bruchstücke nicht durchzumachen haben, sonst aber keine abweichende Zersetzung erleiden. Bei der Wichtigkeit und Verbreitung der Diluvial- und Alluvialbildungen sind diese anhangsweise besonders besprochen.

Einteilung der Gesteine. Unter Gestein ist hier jedes Aggregat von Mineral-

körpern verstanden, welches in so großer Menge vorkommt, daß es einen nennenswerten Anteil an der Zusammensetzung der festen Erdoberfläche nimmt. Dementsprechend werden auch die losen Anhäufungen wie Sande, Gerölle unter diesem Begriff mitverstanden, ebenso die Kohlen- und humosen Stoffe, vorausgesetzt daß sie gebirgs- oder bodenbildend auftreten.

Die Gesteine sind hier in Abteilungen zusammengefaßt, welche sich auf Zusammensetzung und Ausbildungsweise gründen. Es sind dies die folgenden:

a) massige Gesteine;
b) Urschiefer oder metamorphische Gesteine;
c) Thonschiefer und Thone;
d) Kalk- und Dolomitgesteine (Mergel u. s. w.);
e) Konglomerate, Sandsteine und Sande;
f) humose Bildungen:

a) Die **massigen Gesteine** sind überwiegend eruptive Bildungen und zeichnen sich durch einen massigen Aufbau und Fehlen jeder Schichtung aus. Absonderung in Säulen und Platten sind nicht selten. Die massigen Gesteine teilt man für bodenkundliche Zwecke am günstigsten nach dem Kieselsäuregehalt ein, da dieser für die Umbildung, oft auch für die Zersetzbarkeit bezeichnend ist. Man unterscheidet so:

saure Gesteine mit mehr als 65% SiO_2: Granit, Quarzporphyr;

Gesteine mit mittlerem SiO_2 Gehalt mit 55—65% SiO_2: Syenit, Trachyt, Phonolith;

basische Gesteine mit 40—54% SiO_2: Diorit, Diabas, Melaphyr, Basalt.

Saure Gesteine:

Granit: Rein krystallinisch-körniges Gemenge von Quarz, Orthoklas, Plagioklas und Glimmer. In der Regel herrschen die Feldspathe, namentlich der Orthoklas, vor. Der Granit findet sich meist in mächtigen Stöcken und Lagern, seltener in Gängen.

Die Verwitterung ist je nach der Korngröße verschieden, je grobkörniger um so leichter tritt die Zersetzung ein. Die Verwitterung folgt zumeist größeren Spalten und läßt Granitblöcke in wollsackähnlichen Gestalten auf der Oberfläche zurück. Der Granit zerfällt in kleine Steinbrocken und bildet so einen für den Granit charakteristischen Gruß, dessen Feldspathbestandteile allmählich in einen thonigen, alkalireichen jedoch meist kalkarmen Boden übergehen. Der Boden selbst ist kräftig, ziemlich tiefgründig und sagt in höheren Lagen der Fichte und Tanne, in den tieferen der Buche und andern Laubholzarten zu. Wie auf allen kalkarmen Böden zersetzen sich die Humussubstanzen auf Granitboden nur langsam, und neigt er daher in höheren Lagen zur Versumpfung und Torfbildung, ist auch in tieferen Lagen der Ansamung nicht günstig. Feinkörnige Granite verwittern meist sehr schwierig und bilden einen flachgründigen, kiesigen Boden.

Felsitporphyr. In einer dichten, felsitischen Grundmasse sind Krystalle von Quarz und Feldspath ausgeschieden. Der Felsitporphyr kann sehr verschiedene Farben haben; meist rötlich oder braun, seltener grünlich. Je nach der Zusammensetzung der Grundmasse, die in den meisten Fällen krystallinisch ist, verwittert der Felsitporphyr langsamer oder schneller. Die alte, petrographisch nicht mehr haltbare Einteilung in Hornstein-, Feldstein- und Thonsteinporphyr hat daher bodenkundlich noch immer Bedeutung, da damit gleichzeitig die Verwitterbarkeit bezeichnet ist.

Die dichten festen Porphyre verwittern sehr schwer, zerfallen in scharfkantige, schiefwürfelige Trümmer und endlich zum Teil einen erdarmen, sehr steinreichen, thonigen Boden, der zu den ungünstigsten Waldböden gehört, die vorkommen. In der Ebene lagern sich die Bruchstücke meist dicht zusammen und verhindern das Eindringen der Wurzeln, wäh-

rend sie an den Abhängen lose aufeinander lagern und so den Boden trocken und hitzig machen.

Die leichter verwitterbaren Porphyrformen (Feldstein- und Thonsteinporphyr) sind weniger ungünstig, manche sogar für Fichte und Buche sehr geeignet; obgleich die Mehrzahl dem Forstmann große Schwierigkeiten bereitet und namentlich gegen eine Bloßlegung des Bodens sehr empfindlich ist.

An den Felsitporphyr schließt sich eng der Quarztrachyt oder Andesit an, der jedoch nur in kleinen Partien in Deutschland vorkommt.

Gesteine mit mittlerem Kieselsäuregehalt.

Syenit. Körnig-krystallinisches Gemenge von Orthoklas und Hornblende, nur selten tritt Glimmer hinzu. Der Syenit schließt sich in seinen Formen eng an die des Granites an, ist jedoch viel weniger verbreitet.

Bei der Verwitterung zerfällt der Syenit meist ziemlich rasch in einen feinen Grand, der allmählich in einen eisenreichen Lehmboden von mäßiger Mächtigkeit übergeht. Der Syenitboden ist infolge des Hornblendegehaltes und des Fehlens von Quarz viel reicher an Pflanzennährstoffen als der Verwitterungsboden des Granites; er trägt dementsprechend auch einen besseren und namentlich an Laubhölzern reicheren Waldbestand als dieser.

Trachyt ist ein meist porphyrisch ausgebildetes, wesentlich aus Sanidin (glasigem Orthoklas) und Oligoklas bestehendes Gestein, in dem sich noch häufig Hornblende, Augit oder Glimmer findet.

Die Verwitterung greift in der Regel den Oligoklas zuerst an und wird durch reichliche porphyrische Ausscheidungen begünstigt. Der Verwitterungsboden ist hell, weißlich oder gelbbraun gefärbt und erzeugt in der Regel nur einen flachgründigen, ziemlich trockenen und unfruchtbaren Boden; seltener sind die Trachytformen, die leicht verwittern und dann einen fruchtbaren tiefgründigen Boden bilden.

Phonolith (Klingstein) ist ein dichtes, dunkelgrünliches oder braunes Gestein, welches sich aus Sanidin, Nephelin und Einsprenglingen von Augit, Hornblende, Magneteisen zusammensetzt. Der Phonolith zeigt große Neigung zur plattenförmigen Absonderung.

Die Verwitterung läßt den Phonolith in ein Haufwerk von Bruchstücken zerfallen, die meist scharfkantig und der plattenförmigen Absonderung entsprechend, etwas schieferig erscheinen. Die Bruchstücke überziehen sich dann mit einer weißlichen, äußerlich dem Kaolin ähnlichen Verwitterungskruste, die wie der daraus hervorgehende Boden mit Wasser schlammig, und nach dem Austrocknen krümelig wird. Der Phonolithboden ist in feuchten Lagen ein vorzüglicher Waldboden, neigt jedoch zur Versumpfung.

Basische Gesteine:

Diorit ist ein körniges, krystallinisches Gemenge von Plagioklas (meist Oligoklas, seltener Labrador) und Hornblende. Diorit findet sich sowohl in rein körniger, als auch in porphyrischer oder dichter Ausbildung, zumeist als Gänge oder Stöcke, seltener als Lager.

Der Diorit verwittert nur langsam, in seinen dichten Abarten wohl am schwierigsten von allen krystallinischen Gesteinen und bildet dann einen an Steinen überreichen, erdarmen Boden.

Diabas, ein grob- bis feinkörniges, grünes oder grüngraues sehr festes und zähes Gestein, welches von Augit und Plagioklas (namentlich Labrador) gebildet wird. Der Diabas tritt in Gängen und Lagern auf.

Die Verwitterung ergreift meist zunächst den Augit, der oft vollständig in Chlorit umgewandelt wird. Kohlensaurer Kalk findet sich fast immer im verwitterten Diabase, in dessen Hohlräumen sich häufig Krystalle von Kalkspath abscheiden (sog. Kalkdiabas). Diabas zerfällt viel leichter als Diorit, wenn auch die dichten Abarten oft lange widerstehen und sich die Verwitterungsschichten in rötlich-gelben Lagen ablösen.

Der Verwitterungsboden ist dunkel gefärbt, eisenreich und namentlich infolge des hohen Phosphorsäure- wie des Kalkgehaltes ein außerordentlich fruchtbarer und für Laubholzarten vorzüglich geeigneter. Nadelhölzern sowie auch der Eiche sagt er dagegen weniger zu. Der Diabasboden ist sehr empfänglich für Besamung, jedoch einem starken Gras- und Himbeerwuchse ausgesetzt. „Diabasboden sagt den Buchen und den Kraft fordernden Holzarten, z. B. den Ahornen, vorzüglich zu und das abgesonderte Vorkommen der ersteren auf einzelnen Höhepunkten bewaldeter Gebirge ist oft ein fernes Kennzeichen des Vorhandenseins dieser Felsart.“ (Grebe l. c. p. 88.)

Melaphyr sind dichte, sehr häufig mandelsteinartige Gemenge von Plagioklas, Augit, Olivin und Magneteisen. Die Melaphyre treten in Kuppen und Gängen, namentlich aber in mächtigen Lagern auf.

Bei der Verwitterung wird die Oberfläche erdig, anfangs grünlich, später ockerbraun, wie dies an Klüften und Spalten des Gesteines zu beobachten ist und allmählich geht, trotz der schweren Zersetzbarkeit, ein meist dunkelgrau-gelber, eisenreicher Thonboden hervor, der sich dem Verwitterungsboden des Basaltes sehr ähnlich verhält.

Basalt, ein scheinbar dichtes, bläulich- oder grauschwarzes Gestein, welches aus einem Gemenge von Plagioklas (namentlich Oligoklas) oder Nephelin und Augit, Magneteisen und sehr vielfach Olivin besteht. Körnige Ausbildungen der Basaltgesteine werden als Dolerit bezeichnet.

Die Verwitterung der Basalte ist verschieden; einzelne Abarten zerfallen in größere oder kleinere Blöcke, deren Oberfläche hell oder rostbraun gefärbt ist; die Bruchstücke zersetzen sich nur langsam, runden sich allmählich und sind an steilen Gehängen dann sehr wenig fruchtbar. Andere Basalte verwittern leichter und dringt die Verwitterung namentlich in die Tiefe vor, so daß die ganze Masse in Basaltwacke umgewandelt erscheint. Der Verwitterungsboden des Basaltes ist dunkel, braun oder grau gefärbt, meist reichlich mit Steinen durchmischt, dabei auch bei nur mäßiger Mächtigkeit ausgezeichnet fruchtbar und namentlich für Laubhölzer geeignet (am wenigsten Eiche und Birke, sowie Nadelhölzer).

b) **Urschiefer und metamorphische Gesteine.**

Diese Gesteinsgruppe, welche in großer Verbreitung die Erdoberfläche bedeckt, besteht aus krystallinischen Gesteinen, die mit wenigen Ausnahmen (Gabbro) eine mehr oder weniger deutliche Schichtung aufzuweisen haben. Bodenkundlich ist dies von höchster Bedeutung, da je nach Neigung, Dicke und gleichmäßiger Ausbildung der einzelnen Schichten der entstehende Boden sich der Pflanzenwelt gegenüber ganz verschieden verhalten wird. Namentlich die Neigung der Schichten fällt ins Gewicht. Ein Schiefer, dessen Schichten senkrecht stehen, wird dem Wasser leichten Abfluß in die Tiefe gestatten, also leicht an Trockenheit leiden; ein solcher mit Schichten in ebener Lage dagegen dem Wasser nur schwierig ein Versickern gestatten und dementsprechend eher an Nässe und Versauerung leiden.

Außerdem wechseln die hierher gehörigen Gesteine in ihrer Zusammensetzung in viel höherem Maße, zeigen viel mehr Uebergänge ineinander, als dies bei den massigen Gesteinen der Fall ist. Es ist daher auch viel schwieriger, allgemeine Gesichtspunkte für das Verhalten der einzelnen Gesteine zu erlangen, als es bei den vorherbesprochenen der Fall war.

Gabbro, ein massig ausgebildetes Gestein, welches sich aus Plagioklas (Labrador) und Diallag (ein dem Augit sehr nahestehendes, jedoch leicht spaltbares Mineral) zusammensetzt; außerdem vielfach Olivin enthält.

Der Gabbro findet sich nur an einzelnen Stellen bodenbildend und die Verwitterung erzeugt einen sehr fruchtbaren, reichen Boden.

Gneiß ist ein flaseriges bis schieferiges Gemenge von Orthoklas (oft auch Oligoklas

vorhanden), Quarz und Glimmer. Gneiß ist also mit Granit gleich zusammengesetzt und nur durch die Lagerungsweise der Bestandteile verschieden.

Abarten des Gneißes entstehen, wenn der Glimmer ganz oder teilweise durch andere Mineralien ersetzt ist, dahin gehören: Hornblendegneiß, in dem an Stelle des Glimmers Hornblende und Protogingneiß, in welchem neben dunkelgrünem Glimmer hellgrüner Talk auftritt.

Der Gneiß findet sich in mächtigen Lagern und Schichten, bedingt jedoch meist gerundete weniger schroffe Bergformen als der Granit. Die Verwitterung ist eine verschiedene je nach der Zusammensetzung und Schichtenlage des Gesteins. Je reicher an Feldspath und dunklem, eisenreichem Magnesiaglimmer und je ärmer an Quarz und Kaliglimmer, um so rascher geht die Verwitterung voran. Der Gneiß zerfällt dabei, namentlich nach frostreichen Wintern, in ein Haufwerk kleinerer, meist plattiger Stücke, die allmählich in einen Gruß und endlich in einen gelb- bis rotbraunen, mit Quarzkörnern und andern Mineralresten gemengten Boden übergehen. Je aufgerichteter die Schichten des Gneißes sind, um so rascher verwittert er.

Der Gneißboden ist meist nicht ungünstig für den Wald, namentlich die Fichte wächst auf demselben, ebenso die Buche.

Granulit ein schieferiges Gemenge von Quarz und Feldspath, mit kleinen roten Granaten. Granulit verwittert schwer und hinterläßt zuweilen einen ganz reinen, nur mit Quarzkörnern gemischten Kaolin.

Glimmerschiefer ist ein rein schieferiges Gemenge von Quarz und Glimmer (namentlich auf dem Querbruch tritt der Quarzgehalt hervor). Je nach der Glimmerart unterscheidet man Kaliglimmerschiefer und Magnesiaglimmerschiefer, die sich bodenkundlich sehr abweichend verhalten.

Die Verwitterung dringt zunächst auf Spalten des Gesteines ein, zumal wenn die Schichten mehr oder weniger aufgerichtet sind; das Gestein kann so noch äußerlich frisch erscheinen, während die Spalten von dem Verwitterungsprodukte, einer eisenreichen gelb- bis rotbraunen mit Quarz und Glimmer gemischten lockeren Masse erfüllt sind.

Der Verwitterungsboden der Kaliglimmerschiefer ist gelb bis bräunlich, flachgründig und infolge der überwiegenden Glimmerteile auffällig bindungslos; er bildet einen geringwertigen Boden, der oft kaum der Fichte genügt.

Der Boden des Magnesiaglimmerschiefers ist meist reicher an Thonbestandteilen, dunkelbraun und vermag auch anspruchsvolleren Holzarten ein freudiges Gedeihen zu ermöglichen. Beiden Schieferarten gemeinsam ist die ungünstige Einwirkung der zahlreichen, meist wagerecht liegenden größeren Bruchstücke, welche dem Eindringen der Wurzeln große Schwierigkeit bereiten.

Urthonschiefer (Phyllit) sind schieferige Gesteine von meist dunkler, grauer, brauner oder grünlicher Farbe. Die Spaltungsflächen besitzen seidenartigen Glanz. Der Urthonschiefer besteht aus mikroskopisch kleinen Quarz-, Feldspath-, Chlorit- und Glimmerteilen. Die einzelnen Bestandteile sind sehr verschieden reichlich vertreten, so daß z. B. der Kieselsäuregehalt zwischen 45 und 75 % schwankt. Abarten sind die Fleck- und Knotenschiefer, ferner die Sericitschiefer, in denen an Stelle des gewöhnlichen Glimmers eine talkartige, weiche Abart, der Sericit, vorhanden ist.

Die Verwitterung ist entsprechend der wechselnden Zusammensetzung eine sehr verschiedenartige. Der quarzreiche, meist dickschieferige Urthonschiefer verwittert schwer und bildet steinige, flachgründige Bodenarten und selbst völlige Geröllagen. In den Mulden, sowie den frischen Ost- und Nordhängen gedeiht die Fichte, während die trockneren Lagen nur eine ärmliche Vegetation hervorbringen. Trotzdem hat sich diese Form des Urthonschiefers zum Teil für Niederwald (Eichen-Schälwaldungen des Rheines) bewährt.

Die weniger quarzreichen Urthonschiefer zerfallen in einen milden, mit vielen kleinen Schieferstückchen durchsetzten Boden, der Fichte, Tanne und Buche erträgt.

Bodenbearbeitung und Auflockerung wirkt meistens ungünstig, da die vielen Bruchstücke des Schiefers sich nur schwer wieder zusammenlagern.

Die Verwitterung bedingt ein starkes, mechanisches Zerfallen des Urthonschiefers, die mehr oder weniger starke Neigung der Schichten ist daher von Bedeutung; bei ebener Lage tritt leicht Versumpfung ein.

c) Thonschiefer und Thone.

Aus den Ablagerungen der bei der Verwitterung entstandenen Thonpartikel entstehen die Thone, die sich dichter zusammenlagern und schiefrige Gesteine bilden können, die man je nach der Härte als **Schieferthon** (die weicheren, ziemlich weichen, aber deutlich schiefrigen Gesteinsarten) und **Thonschiefer** (härter, meist ausgezeichnet schiefrig, dunkel, oft schwarz gefärbt) bezeichnet. Die mikroskopische Untersuchung hat gelehrt, daß im Schieferthon spärliche, im Thonschiefer reichlichere krystallinische Bestandteile vorhanden sind.

Die Thonschiefer und Schieferthone zerfallen in eine rote thonige Masse von lockerem, nicht bündigem Zusammenhalt; Lockerung wirkt in diesem Zustande ungünstig. Erst allmählich verliert sich die bröckliche Beschaffenheit und entsteht ein kräftiger, thoniger Boden, vorzüglich für Fichte, Tanne und Buche.

Als Letten wird eine kaum schieferige Abart des Schieferthons bezeichnet, der in eckige Stücke oder in Scheibchen und Blättchen zerfällt und in einen sehr schweren, fruchtbaren, thonigen Boden übergeht, und den anspruchsvolleren Laubhölzern, namentlich jedoch Buche und Esche, geeigneten Standort gewährt, indessen leicht zu viel Wasser festhält. (Letten ist am verbreitetsten in der Keuperformation.)

Thon bildet die unveränderten Zusammenlagerungen der Thonsubstanz, er wird meistens technisch ausgenutzt. Für forstliche Zwecke ist der Thon ungünstig, da er bei seiner Undurchlässigkeit, Kälte und Schwere das Eindringen der Wurzeln erschwert und der Versumpfung in hohem Grade ausgesetzt ist (vergl. auch „Alluvium“).

Lehm reiht sich den Thonböden an. Er besteht aus einer Mischung von Thon und Sand; ist durch Eisenoxydhydrat gelbbraun gefärbt und je nach dem Thongehalt von verschiedenen Eigenschaften (vergl. „Diluvium“).

d) Kalk- und Dolomitgesteine.

Kalkgesteine finden sich in allen Formationen und treten in den verschiedensten Abarten auf. Da der kohlensaure Kalk bei der Verwitterung gelöst wird, so sind die entstehenden Bodenarten zumeist von dem Gehalt und der Zusammensetzung der dem Kalkgesteine beigemischten fremden Bestandteile abhängig und dementsprechend von sehr verschiedenartiger Bodengüte. Bei keinem Gestein wechselt die Fruchtbarkeit der Verwitterungsböden so sehr als bei den Kalkgesteinen. Man kann diese unterscheiden in:

1) **reine Kalke**, die Felsarten umfassen, die fast nur aus kohlensaurem Kalke bestehen; aus denselben hervorgehende Bodenarten sind erdarm, mit Steinen durchsetzt, meist trocken und hitzig und gehören daher zu den armen und ärmsten Waldböden. Einzelne wichtige hierher gehörige Gesteinsarten sind:

Kreide, die durch die weiche und zerreibliche Beschaffenheit leicht zerfällt, jedoch es gilt das namentlich von der weißen Kreide, sehr wenig fruchtbare Böden liefert;

krystallinische Kalke, die nach den Formationen, welchen sie angehören, manche Eigentümlichkeiten besitzen. So ist der Kalk der paläozoischen Formationen (Grauwackenkalk), wie er in Deutschland auftritt, meist dicht, stark zerklüftet und liefert einen flachgründigen, steinigen Boden;

der Muschelkalk, (Friedrichshallerkalk), geschichtet, von graulicher Farbe und sehr dichtem Gefüge. Bei der Verwitterung liefert er ebenfalls einen steinigen, erdarmen Boden.

In der Juraformation Süddeutschlands finden sich vielfach hell gefärbte (weiße) Kalkablagerungen, die sehr schwer zerfallen und auch dann nur ganz arme, an Steinen überreiche Böden bilden.

2) **Kalkgesteine mit reichlicheren, thonigen Beimischungen** bilden die Hauptmasse der Kalkgesteine in jüngeren Formationen. Die Verwitterung bewirkt eine Wegführung des kohlensauren Kalkes, Oxydation des als kohlensaures Oxydul vorhandenen Eisens, während die thonigen Teile die Hauptmasse des Bodens bilden.

Die Verwitterungsböden derartiger Kalkgesteine sind daher sehr thonreich und haben alle Vorteile und Nachteile eines schweren Thonbodens. Der Kalkgehalt, außer in Form beigemischter Steine, ist meist sehr gering. Die tiefer liegenden Kalkschichten sorgen für eine genügende Entwässerung. Derartige Bodenarten sind bei genügendem Kronenschluß außerordentlich fruchtbar und tragen namentlich Laubhölzer in vorzüglichstem Wuchse. Dagegen sind solche Böden sehr empfindlich gegen Austrocknung, welche ein zähes Zusammenlagern der Thonteile bewirkt und dann einer Anfeuchtung und Trennung der Bodenbestandteile die größten Schwierigkeiten entgegensetzt. (Völlig trockene Kalkböden kann man mehrere Stunden mit Wasser kochen, ehe alle Thonpartikel gleichmäßig verteilt sind, im kalten Wasser können solche Böden stundenlang gelegen haben, ohne daß sich das Wasser beim Umrühren durch Thonteilchen trübt.) Entwaldete, an den frischeren Abhängen meist mit Gras dicht bewachsene Kalkberge bieten der Wiederbewaldung oft die allergrößten Schwierigkeiten. Es beruht dies wesentlich auf der veränderten physikalischen Beschaffenheit des Bodens und der dadurch bedingten Wasserarmut in den trockenen Jahreszeiten. Kiefer, namentlich Schwarzkiefer, haben sich am günstigsten bewährt, vielleicht bieten einzelne Laubhölzer, namentlich Akazie, auch gute Aussichten.

3) **Dolomitische Kalke und Dolomite** zeigen in ihrer Verwitterung von den reineren Kalkgesteinen insofern eine bedeutsame Abweichung, als zuerst der kohlensaure Kalk ausgelaugt wird und der Dolomit häufig in Form von sandigen Körnern zurückbleibt. Die dolomitischen Kalke bilden so einen mit Dolomitsand gemischten Thonboden von meist gelblicher Farbe, der vielfach dem Lehm (Thon mit Quarzsand) sehr ähnlich ist und eine große Fruchtbarkeit besitzt. Die reinen Dolomite verwittern dagegen noch schwieriger als Kalkgesteine und ragen meist als Blöcke und Felsmassen unbewachsen hervor, während in den tieferen Lagen sich ein erdarmer, mit Steinen durchmengter, geringwertiger Boden ablagert.

4) **Mergel** sind gleichmäßige und innige Mischungen von kohlensaurem Kalk und Thon, denen oft noch Sand oder Gesteinsmehl beigemischt ist. Je nach dem Vorherrschen des einen oder andern Gemengteiles kann man unterscheiden (vergl. Senft, Gestein- und Bodenkunde, S. 315):

Thonmergel 15—20% Kalk, 50—75% Thon, höchstens 25% sandige Bestandteile; in den Formationen des bunten Sandsteines und Keupers verbreitet. Die Färbung ist meist rot; der Zusammenhalt gering, da die Gesteine, aus denen er hervorgeht, zunächst in kleine Brocken und Blättchen zerfallen; einmal völlig zersetzt, bildet sich jedoch ein Boden von vorzüglicher Fruchtbarkeit.

Lehmmergel 15—20% Kalk, 20—50% Thon, 25—50% Sand. Gelbbraun bis braun gefärbt; geht aus der Verwitterung von Sandsteinen hervor, welche sehr reich an kalkig-thonigen Bindemitteln sind; ebenfalls hierher gehört der Diluvialmergel (siehe Diluvium).

Kalkmergel 50—75% Kalk, 20—50% Thon, höchstens 5% Sand; meist hell bräunlich gefärbt; dieser Boden zeichnet sich im trockenen Zustande durch auffällige Bindungslosigkeit aus, wird jedoch nach Durchfeuchtung und rasch folgender Trocknung oft sehr hart und fest.

e) **Konglomerate, Sandsteine und Sande.**

Konglomerate sind Gesteine, die aus gerundeten, größeren Stücken eines Minerals oder Gesteines bestehen, welche durch ein Bindemittel verkittet sind. (**Breccien** setzen sich in gleicher Weise aus eckigen, scharfkantigen Bruchstücken zusammen; für die Bodenkunde ist der für die Geologie wichtige Unterschied ohne Bedeutung.)

Je nach der Verschiedenartigkeit der Bruchstücke, des dieselben verkittenden Bindemittels, dessen Menge und Festigkeit, sind die Konglomerate von sehr wechselnder Beschaffenheit. Hier können nur die beiden wichtigsten Konglomerate (die Grauwacke bei den Sandsteinen), das **Rotliegende** und die **Nagelflue**, behandelt werden.

Das Konglomerat des Rotliegenden besteht aus wallnuß- bis kopfgroßen Geschieben von Quarz, Hornstein, Kieselschiefer, Granit, Gneiß, Felsitporphyr, Glimmer- und Thonschiefer, die durch ein eisenreiches sandiges Bindemittel verkittet sind und dadurch eine rote Farbe erhalten.

Der Verwitterungsboden ist meist flachgründig, steinreich und nicht selten sogar ein unfruchtbarer Grandboden. Auf höheren Stellen ist er von sehr geringem Werte und vermag nur mäßige Kiefern zu ertragen. Namentlich leiden die Pflanzen unter Wassermangel.

Die **Nagelflue**, im alpinen Tertiär weit verbreitet, besteht überwiegend aus Rollstücken von Kalksteinen, weniger von Sandsteinen und krystallinischen Felsarten, die durch ein mäßig thonreiches, kalkiges Bindemittel verkittet sind.

Grand schließt sich hier an, da er gleich den Konglomeraten aus Geschieben besteht, nur daß ein verkittendes Bindemittel fehlt. Je nach der Zusammensetzung ist der Verwitterungsboden der Grande verschieden, leidet in der Regel aber an Trockenheit und vermag dann nur mäßige Kiefern zu tragen. In den Niederungen der Flüsse, wo in mäßiger Tiefe Grundwasser ansteht und eine genügende Verwitterung der oberen Lagen eingetreten ist, geht dagegen aus den Granden (Flußgrand, Flußschotter) ein vorzüglicher Boden hervor, der zumeist landwirtschaftlichen Zwecken dient.

Sandsteine sind Gesteine, die aus der Verkittung kleiner, nicht über erbsengroßer Gesteins- oder Mineralbruchstücke bestehen. Letztere gehören überwiegend dem Quarze an, können aber auch aus den verschiedenartigsten Bestandteilen sich zusammensetzen. Man bezeichnet die Sandsteine vielfach nach ihrem geologischen Alter (Buntsandstein-, Keuper-, Quadersandstein u. s. w.); nach der Zusammensetzung der Bruchstücke unterscheidet man:

Grauwacke, Bruchstücke von Quarz, Thonschiefer, Kieselschiefer, Feldspathkörnern durch ein kieseliges oder kieselig-thoniges Bindemittel verkittet und oft durch Kohlenbestandteile hell bis dunkelgrau gefärbt. Geht bei Wachsen der Steingröße in **Grauwackenkonglomerat** über. Der Verwitterungsboden der Grauwacke ist je nach der Zusammensetzung und dem Bindemittel verschieden. Die quarzreichen Abarten mit kieseligem Bindemittel erzeugen einen flachgründigen, erdarmen Boden, der nur dürftige Bewaldung trägt (Kiefer und Birke, bei größerer Tiefgründigkeit Eiche). Die Grauwacken mit mehr thonigem Bindemittel, meist auch die Konglomerate, geben einen tiefgründigeren, steinfreieren Boden, der Fichte, Tanne und Buche trägt.

Arkose, besteht aus Quarz und Feldspath, enthält zuweilen auch Glimmer. Manche Buntsandsteine, sowie solche der Kohlenformation gehören hierher.

Grünsandstein, neben Quarz noch Körner von Glaukonit, meist kalkig-thoniges Bindemittel. (Kreideformation.)

Glimmersandstein, Quarz und Glimmer; meist etwas schiefrig ausgebildet.

Noch wichtiger als die Zusammensetzung der Körner ist für die Sandsteine die Menge und Natur des Bindemittels; hiernach unterscheidet man:

thonigen Sandstein mit einem durch Eisen rot oder gelbbraun gefärbten tho-

nigen Bindemittel, welches meist reichlich vorhanden ist. (Viele Buntsandsteine, namentlich der oberen und mittleren Abteilung, gehören hierher.) Diese Sandsteine zerfallen leicht und geben einen lehmigen oder sandigen, tiefgründigen Boden von günstiger Beschaffenheit;

mergeligen Sandstein mit kalkig-thonigem Bindemittel; vorwiegend hell gefärbt. Diese Sandsteine zerfallen leicht in einen tiefgründigen Sandboden von guter Beschaffenheit;

kalkige Sandsteine mit überwiegend kalkigem Bindemittel;

kieseligen Sandstein mit kieseligem Bindemittel (unterer bunter Sandstein; die Hauptmasse des Quadersandsteins). Bei der Verwitterung, welcher die an Zement reichen Abarten nur sehr schwierig unterliegen, bilden sich lockere, trockene und unfruchtbare Sandböden, die überwiegend von der Kiefer besetzt sind;

eisenhaltige Sandsteine mit einem aus Eisenoxyd oder noch häufig aus Eisenoxydhydrat bestehenden Bindemittel.

Quarzit schließt sich genetisch häufig an die Sandsteine an; er ist ein dichtes bis körniges Quarzgestein ohne oder mit spärlichem kieseligem Bindemittel. Nach seiner Zusammensetzung ist er der Verwitterung nur sehr schwer zugängig und ragt oft völlig vegetationslos hervor. Die körnigen Formen geben einen flachgründigen Sandboden. Nur in sehr seltenen Fällen sind so viel fremde Bestandteile (Thon und eisenschüssige Thone) vorhanden, daß bei der Verwitterung ein erträglicher Boden entstehen kann.

Sande. Die Sande stehen zu den Sandsteinen in demselben Verhältnis, wie die Grande zu den Konglomeraten. Die Sande unterliegen, soweit sie aus Silikatverbindungen bestehen, in gleicher Weise der Verwitterung, wie Bestandteile der Sandsteine. (Diluvialsande siehe später.) Anzuführen sind die namentlich der Tertiärformation angehörigen Abarten:

Glimmersand, meist sehr feinkörnig, mit Glimmerblättchen durchsetzt. Bodenarten mittlerer Güte.

Tertiäre Quarzsande, aus Milchquarz mit Kieselschieferbruchstücken gemischt. Sehr arme unfruchtbare Bodenarten.

Anhang zu den Sanden: Vulkanische Sande und Aschen. Bei den Eruptionen der Vulkane werden große Massen sehr fein verteilter Mineralteile ausgeworfen. Je nach dem Feinheitsgrade unterscheidet man vulkanische Aschen und Sande. Die ersteren lagern sich zusammen und bilden dichte, weiche Massen, die vulkanischen Tuffe. Die aus denselben hervorgehenden Böden sind meist von mittlerer oder hoher Güte. Die vulkanischen Sande dagegen erlangen nur sehr langsam einen geringen Zusammenhang und bilden trockene, unfruchtbare Bodenarten, die zuweilen kaum eine dürftige Vegetation zu tragen vermögen.

f) Humose Bildungen, bez. zusammengehäufte Massen von organischen Resten, kommen als Torf- und Moorboden überall vor, wo die Zersetzung der Pflanzenreste durch Wasserbedeckung sehr verlangsamt ist. Dementsprechend finden sich die humosen Erdarten im Hochgebirge, dort eine Folge der reichlichen Niederschläge, an den Ufern vieler Flüsse, im Flachlande und namentlich reichlich in den nördlichen Gebieten unserer Erdhalbkugel. Je nach dem Zersetzungsgrade unterscheidet man Torf- und Moorbildungen.

Torf ist ein gelbbraunes bis schwarzes, lockeres oder dichteres Gewebe von halbzersetzten Pflanzenteilen, deren Form zum Teil noch erkennbar ist. Je nach den Pflanzen, aus welchen er entstanden, unterscheidet man Moostorf, Heidetorf, Torf aus Gräsern und Wasserpflanzen u. s. w.

Moorerde ist vom Torf durch die vollkommenere Zersetzung der Pflanzenreste unterschieden, welche eine erdartige, braune bis schwarze Masse bilden und deutliche Pflanzenreste nicht mehr erkennen lassen (vergl. im letzten Abschnitt die Humussubstanzen).

In Bezug auf Torf- und Moorbildung sind zwei hauptsächliche Formen zu unterscheiden, die als Grünlandsmoore und Hochmoore bezeichnet werden.

Grünlandsmoor entsteht überwiegend am Rande der Flüsse und in stehenden Gewässern aus Wasser- und Sumpfpflanzen. Namentlich zahlreiche Arten von Carex, Scirpus sowie Phragmites nehmen an der Bildung teil. Indem die Vegetation von den Rändern aus fortschreitet, werden erst die seichteren, dann auch die tieferen Stellen mit Pflanzenresten ausgefüllt; in der Mitte bleibt in der Regel ein Teil des Wasserspiegels erhalten, oder finden sich wenigstens die feuchtesten Stellen.

Die Grünlandsmoore (auch als Fenn, Wiesenmoor u. s. w. bezeichnet) sind namentlich als Wiesen in Benutzung. Waldbaulich tragen sie zumeist Erle und Birke. Die Standortsgüte wird in erster Linie durch die Mächtigkeit des Moores und die Beschaffenheit des Untergrundes, sodann namentlich dadurch bedingt, ob das Moor von fließendem Wasser durchzogen ist. Während in vielen Fällen ein Moorboden nur ganz kümmerlichen Holzwuchs zuläßt, trägt ein anderer nicht wesentlich verschieden zusammengesetzter, nur durch Gegenwart von fließendem Wasser, die schönsten Erlenbestände. Die Grünlandsmoore verlangen zu ihrer Bildung kalkhaltiges, hartes Wasser.

Die Hochmoore (in Süddeutschland „Moos") werden im wesentlichen aus den Resten von verschiedenen Moosarten gebildet, namentlich die formenreichen Arten der Gattung Sphagnum (vor allen Sph. cymbifolium) sowie einzelne Arten von Polytrichum sind die häufigsten. Durch das Spitzenwachstum der Moose vermögen dieselben sich über den Wasserspiegel zu erheben und durch ihre Fähigkeit, Flüssigkeit stark aufzusaugen, erhöhen sich die mittleren Teile der Hochmoore (daher der Name) immer mehr, während die Ränder zumeist von einem schmaleren oder breiteren Wasserspiegel umgeben sind. Die Hochmoore verlangen zur Entwicklung ein möglichst kalkarmes, weiches Wasser; sie finden sich daher ursprünglich nur auf den alkalireichen und kalkarmen Gebieten der Orthoklas führenden Gesteine. Sekundär können sich dagegen die Hochmoore aus den Grünlandsmooren entwickeln (die größere Zahl entsteht auf diesem Wege), wenn die Moorschicht allmählich so mächtig geworden ist, daß der Wasserzutritt von unten gehemmt ist, oder wenigstens die vorhandenen Kalksalze durch die tieferen Moorschichten gebunden werden. Der Uebergang von Grünlandsmoor zu Hochmoor ist in sehr vielen Fällen direkt zu beobachten; so sind die Bezirke Maienpful, Breitefenn und Liepe der Eberswalder Lehrforsten reich an Seen, Grünlands- und Hochmooren in allen Stufen der Entwicklung.

Besonders hervorzuheben ist, daß die Entstehung der verschiedenen Moorformen ausschließlich von den im Wasser gelösten Salzen, bez. ihrer Zusammensetzung, abhängig ist.

Die Hochmoore gehören infolge der ungünstigen physikalischen Beschaffenheit des schwammigen Bodens und der Armut an mineralischen Nährstoffen zu den allergeringwertigsten Bodenarten, die nur durch Zufuhr von reichlichen Düngerstoffen zur Fruchtbarkeit gebracht werden können. Sich selbst überlassen tragen die Hochmoore kümmerliche Erlen, Birken und Kiefern; die letzteren oft von einer kaum glaublichen Feinheit der Jahrringe. Die Nutzbarmachung der Hochmoore ist bei der großen Ausdehnung derselben im nordischen Flachlande eine hochwichtige Frage; dieselben werden jedoch schwerlich jemals ernsthafte Erträge bei forstlicher Benutzung geben können.

Meertorf, d. h. Torf der durch Zersetzung von Meerespflanzen entsteht, ist nicht bekannt. Alle vom Meer ausgeworfenen Torfreste haben sich als Süßwassertorfe ausgewiesen. Ueber Torfbildung vergl. die sehr gute Zusammenstellung (auch mit den älteren Litteraturangaben): Früh, Torf und Doplerit, Zürich 1883; Vogel, Hochmoorbildung im Wiesenmoor. Ber. d. bayr. Akad. d. Wiss. 1866.

Heidetorf ist überwiegend aus den Resten der Heide (Erica vulgaris) gebildet

und besteht aus einer feucht blauschwarzen, getrocknet schwarzen zähen Torfmasse, die beim Verbrennen einen stinkenden Qualm entwickelt. Der Heidetorf entsteht zumeist auf Boden, der von Ortstein durchzogen und dadurch undurchlässig geworden ist. Die Mächtigkeit des Heidetorfs ist meist eine geringe; wird der Ortstein durchbrochen und dem überschüssigen Wasser dadurch Abzug geschaffen, so ist eine gedeihliche Kultur solcher Flächen wahrscheinlich.

Als **Moormergel** bezeichnet man einen in seiner ganzen Masse mit kohlensaurem Kalk durchsetzten Moorboden. Im nordischen Flachland findet sich diese Bildung verbreitet. Die Moormergel sind überwiegend von Wiesen bedeckt, deren Reichtum an Süßgräsern, Disteln und Papilionazeen die günstige Bodenbeschaffenheit verrät.

Anhang. Diluvium und Alluvium.

§ 28. Bei der großen Ausdehnung der Diluvial- und Alluvialschichten und deren bodenkundlicher Wichtigkeit ist eine gesonderte Besprechung derselben geboten.

Das Diluvium ist in Ablagerungen, deren Material durch Eis bewegt worden ist und in solche, welche durch fließendes Wasser abgesetzt sind, zu trennen. Beide Formen unterscheiden sich wesentlich, wenngleich natürlich bei der ersteren auch fließende Gewässer stark mitgewirkt haben. Als eine in ihrer Entstehung zweifelhafte Bildung ist der Löß anzuführen.

Glaziale Bildungen finden sich sowohl in den Thälern und am Fuße der Hochgebirge, als auch in größter Ausdehnung in dem nordeuropäischen Tieflande.

Das nordische Diluvium bedeckt überwiegend einen großen Teil Nord-Rußlands, Norddeutschland, Holland und Skandinavien. Man unterscheidet es in zwei bez. drei Abteilungen, die als Unterdiluvium, Oberdiluvium und Ablagerungen diluvialer Flußbetten bezeichnet werden. Der Zusammenhang der letzteren mit den Diluvialbildungen ist erst in neuerer Zeit erkannt, früher bezeichnete man die Bildungen als alt-alluviale.

Das untere Diluvium besteht wesentlich aus Ablagerungen von Sanden, Thon und Diluvialmergel.

Diluvialthon, ein geschichteter meist fetter Thon mit zahlreichen Schnüren eines sehr feinkörnigen Sandes. Vorwiegend zu technischen Zwecken ausgebeutet und an den Abhängen tiefer Thäler hervortretend, ist ohne bodenkundliche Wichtigkeit.

Diluvialmergel ist ein meist schwach bläulich gefärbtes Gemenge von Sand, Thon und kohlensaurem Kalk, in denen Steine regellos eingeschlossen sind. Die einzelnen Gemengteile wechseln in ihrer Masse beträchtlich. Der Diluvialmergel ist ziemlich häufig sehr fest und zähe. Bei der Verwitterung wird zunächst der kohlensaure Kalk ausgelaugt, während gleichzeitig vorhandenes Eisenoxydul in Oxydhydrat übergeführt wird. Die bläuliche Färbung geht dadurch in gelbbraun über und der Mergel seiner ganzen Masse nach in Lehm. Bei weiterer Einwirkung der Atmosphärilien werden Thonbestandteile auf mechanischem, vielleicht auch auf chemischem Wege weggeführt und es bleibt zuletzt ein lehmiger bez. schwach lehmiger Sand übrig.

Mergelsand ist ein äußerst feinkörniger Sand, der reichlich zerriebene Mineralteile, sowie kohlensauren Kalk beigemischt enthält. Bei der Verwitterung geht aus dem Mergelsand ein milder, tiefgründiger, lehmiger Boden hervor, der namentlich der Eiche und Kiefer im hohen Maße zusagt.

Diluvialsand, ein fein- bis grobkörniger Sand, der überwiegend aus etwas gelblich gefärbten Quarzkörnern besteht, daneben aber noch mehr oder weniger reichlich Körner von Feldspath (daher auch Spathsand) und Hornblende enthält. Im unverwitterten Zustande, sowie in größerer Tiefe enthält der Diluvialsand immer kohlensauren Kalk (häufig Bryozoenreste aus den zerstörten Kreideschichten stammend) beigemischt. Nicht selten finden sich im Diluvialsande einzelne beigemengte Steine, sowie schwache oder stärkere

Schichten von Grand. Bei der Verwitterung wird zunächst der Kalk ausgelaugt, dann verwittern die Silikate und färben hierbei den Sand schwach gelbbraun. Allmählich überwiegt die Auswaschung durch die Atmosphärilien und gleichzeitig erfolgen Einlagerungen humoser Stoffe. Es sind so in allen diluvialen Sanden drei Zonen zu unterscheiden: zu oberst ein humoser Sand, in dem die Verwitterung fast beendet und der zum Teil seiner Mineralstoffe (ausschließlich Kieselsäure) beraubt ist. In scharfer Linie von ersterem geschieden, ein gelblicher Verwitterungssand, reich an löslichen, von mittlerem Gehalt an unlöslichen Mineralstoffen, der nach unten allmählich in den als Grundgestein zu betrachtenden gewöhnlichen Sand übergeht.

Der Diluvialsand findet sich in großer Ausdehnung und bildet die mittleren Klassen des norddeutschen Waldbodens. Die Kiefer findet hier ihren günstigsten Standort, während Eiche, Buche und Hainbuche noch fortkommen; die beiden letzteren zumeist als Unterholz unter der Kiefer.

Das obere Diluvium wird namentlich durch den oberen Diluvialmergel und den aus der Verwitterung desselben hervorgehenden Sand, den oberen Diluvialsand, gebildet.

Der obere Diluvialmergel schließt sich in seiner Struktur und Zusammensetzung eng an den unteren Mergel an; unterscheidet sich jedoch durch die meist geringere Mächtigkeit, eine hellere gelbliche Farbe und die Art des Vorkommens. Er schmiegt sich der Oberfläche an und folgt allen Krümmungen derselben.

Die Diluvialmergel bedecken einen großen Teil der diluvialen Hochfläche und tragen namentlich Eiche, Buche und Kiefer; für die letztere als alleinigen Bestand sind die Diluvial-Mergel jedoch weniger günstig.

Oberer Diluvialsand (Decksand, Geschiebedecksand) geht aus der Verwitterung schwacher Schichten des oberen Diluvialmergels hervor und bildet einen sehr schwach lehmigen, meist sehr steinreichen Sand. In den tieferen Bodenlagen finden sich nicht selten Streifen von Lehm oder auch noch zusammenhängende Lehmplatten vor.

Der obere Diluvialsand ist meist ein ärmerer Boden und trägt fast ausschließlich mittelmäßige Kiefern.

Diluviale Flußablagerungen (früher Alt-Alluvium) finden sich im nordischen Diluvium in großer Ausdehnung und werden als Thalsand und Thalgeschiebesand unterschieden.

Thalsand, ein steinfreier, sehr gleichmäßig mittelkörniger Sand mit humosen Beimengungen in den oberen Schichten; eine Folge der weit fortgeschrittenen Verwitterung und Auslaugung. Der Thalsand ist sehr eben gelagert. Forstlich bildet er einen großen Teil der mittleren Kiefernböden (meist III. Kl.), vielfach mit reichlichem Wachholderunterwuchs; steht in mäßiger Tiefe (häufig in etwa 2 m) Grundwasser an, so trägt der Thalsand auch noch Laubhölzer.

Thalgeschiebesand hat im ganzen die Bestandteile des Diluvialsandes, nur daß durch Wasserfluten alle feineren und namentlich die thonigen Teile ausgewaschen sind. Dementsprechend besteht der Thalgeschiebesand vorwiegend aus Quarzsand mit reichlichen Steinbeimengungen. Der Wert eines solchen Bodens ist ein geringer und gehören die Kiefernboden der IV. und V. Kl. überwiegend diesen Ablagerungen an. (Litt. namentlich in den Abhandlungen der preußischen geologischen Landesanstalt, sowie in der Zeitschr. der deutsch. geol. Gesellschaft.)

Diluvialbildungen der Gebirge finden sich in den Thälern und Vorebenen vieler der höheren Gebirge Europa's, am ausgedehntesten jedoch in den Alpen. Große Teile der bairischen Hochebene sind z. B. von alpinen Gletschergebilden bedeckt.

Die Hauptmasse dieser Ablagerungen besteht aus Schotterablagerungen, in denen

gröberes und feineres Material wechselt und so eine diskordante Schichtung erzeugt. An vielen Stellen ist auch die Grundmoräne der ehemaligen Gletscher erhalten und entspricht in ihrer Ausbildung dem nordischen Geschiebemergel. Im oberbayrischen Gebiete kann man eine untere Schicht von Geröllen, die sich überwiegend aus Kalken, weniger aus krystallinischen Geschieben zusammensetzt und durch ein kalkiges Bindemittel verkittet ist (diluviale Nagelfluhe) unterscheiden, die von Geröll- und Sandschichten überlagert wird. Durch Verwitterung ist daraus ein lehmiger Boden entstanden. (Vergl. Penck, Vergletscherung der deutschen Alpen 1882. Leipzig.)

Diluviale Ablagerungen fließender Gewässer begreifen hier naturgemäs solche Bildungen, die wesentlich ohne Mithilfe von Gletschern entstanden sind. Es sind oft mächtige Schichten von Flußschotter und Sanden. Ausgezeichnete Beispiele sind die ungarischen Ebenen (die kleine ung. Ebene überwiegend reich an größeren Geschieben von Preßburg bis Gran; die große ung. Ebene „Alföld oder Donau-Theißebene“ vorwiegend aus Sand und thonhaltigen Sanden gebildet von Pest bis nach Siebenbürgen).

Zu den Diluvialbildungen kann man endlich noch die Flußterassen rechnen, welche als Ablagerungen der früher in höheren Lagen fließenden Gewässer aufzufassen sind und ebenfalls aus Granden und Sanden sich aufbauen.

Löß ist ein sehr feinkörniger Sand, aus Quarz, Kalk und zerriebenem Gesteinsmehl bestehend. Der Löß ist von heller, gelblicher oder bräunlicher Farbe, gänzlich ungeschichtet und enthält häufig Reste von Landschnecken. Durch Erosion bilden sich sehr steile Abstürze, da der Zusammenhalt des Löß im feuchten Zustande genügt, um der Masse einen mäßigen Halt zu gewähren und anderseits die Wässer die feinen Sandteile leicht wegführen.

Der Löß findet sich in unseren Gebieten meist in mäßiger Ausdehnung an Flußgehängen (Rhein); in sehr mächtiger Ausdehnung dagegen in den chinesischen Ebenen. Die Mehrzahl der Geologen betrachtet den „Gehängelöß“ als Ablagerungen der Flüsse, deren feinste sandige Bildung er darstellt; für das ausgedehnte chinesische Vorkommen ist dagegen eine Ablagerung durch Wind wahrscheinlich gemacht. (Ueber Löß siehe namentlich die Ber. d. deutsch. geol. Gesellschaft.)

Eine dem Löß nahestehende jedoch stark humose Bildung ist die „Schwarzerde“ (Tschernosjom), die in den Ebenen Süd- und namentlich Mittelrußlands große Flächen bedeckt und den reichsten Ackerboden bildet.

Alluvium. Das Alluvium wird von den schon besprochenen humosen Bodenarten (Torf, Moor u. s. w.), Ablagerungen des Wassers (Flußschotter, Flußsand, Auethon, Meeres- und Flußschlick) und von denen des Windes (Dünen, Flugsand, vielleicht Heidesand) gebildet.

Flußschotter sind recente Ablagerungen im Gebiete der Flüsse und schließen sich daher eng an die gleichartigen Diluvialbildungen an, von denen sie sich durch den meist weniger tief anstehenden Grundwasserspiegel unterscheiden.

Flußsand sind gleichmäßig mittelkörnige Sande mit reichlich beigemischten humosen Stoffen (5—15% Humus). Die Flußsande sind namentlich im nordischen Flachlande verbreitet. Durch das flach anstehende Grundwasser (meist in 1 m Tiefe) gehören die Flußsande in der Regel zu den günstigeren Alluvialböden.

Marsch- und Aueboden, der erstere lagert sich an den Meeresküsten ab. Durch die einmündenden Ströme werden die feinsten schlämmbaren Gesteinsreste in das Meer geführt und gelangen an den flacheren Küstenstreifen, untermischt mit organischen und anorganischen (namentlich kalkhaltigen) Organismenresten zur Ablagerung. Der Marschboden ist ein fetter, dunkel gefärbter Boden von höchster Fruchtbarkeit. Er wird nur zu landwirtschaftlichen Zwecken genutzt. Um dem Meere neue Flächen abzugewinnen, befördert man die Ablagerung des Schlick durch Zäune u. dergl. (Polder, einpoldern). Ist die Ab-

lagerung soweit fortgeschritten, daß die Flächen von der gewöhnlichen Flut nicht mehr bedeckt werden, so siedeln sich zunächst Salicornia herbacea (Queller) und Salsola kali (Salzkraut) an, denen erst später andere Salzpflanzen, namentlich Aster tripolium und endlich Gräser folgen.

Die Aueböden auch wohl als Flußmarschen bezeichnet, bilden sich durch den Absatz der Schlickmassen des Flußwassers bei Ueberschwemmungen. Auch hier kommt ein thonreicher, mit humosen Stoffen innig gemischter Boden zur Ablagerung, der von hoher Fruchtbarkeit ist, durch die wiederkehrenden Ueberschwemmungen und reichen Feuchtigkeitsgehalt jedoch nur einer Anzahl von Baumarten zusagt. So fehlen Buche, Ahorn und Nadelhölzer fast völlig, während Esche, Erle und Pappel, an den trockeneren Stellen Eichen einen vorzüglichen Standort finden.

Aueböden, die von Flüssen abgelagert werden, die aus Gebirgen von Kalk und Silikatgesteinen ihren Ursprung nehmen, sind fruchtbarer und reicher als solche aus Sandgebieten; so sind nach Grebe die Auenniederungen der Saale viel günstiger als die der Elbe.

Heidesand ist eine namentlich auf den Höhenrücken des nordischen Flachlandes verbreitete Ablagerung von steinfreien, feinkörnigen, jedoch nur selten fast mehlartigen Sanden, die ganz überwiegend aus Quarz gebildet werden und dementsprechend sehr unfruchtbar sind. Der Heidesand füllt überwiegend die flachen Vertiefungen und Mulden jener Höhenzüge; er ist im hohen Grade der Auswaschung durch Regen- und Schneewasser ausgesetzt und zumeist von Ortstein unterlagert. Im Heidesande finden sich oft äußerst feinkörnige, fast thonartige Ablagerungen von weißer Farbe, Heidelehm (weißer Ortstein nach Emeis). Diese Bildung täuscht nicht selten, indem sie einen besseren Boden, wohl auch Mergel vermuten läßt, trotzdem aber ganz überwiegend aus Quarzmehl besteht.

§ 29. Wasser und seine Bewegung im Boden.

Alle Bodenarten enthalten einen reichlicheren oder geringeren Gehalt an Wasser. Es ist dies meist ein Teil der atmosphärischen Niederschläge, welche durch die Kapillarität der im Boden vorhandenen Hohlräume festgehalten wird. Ein ganz erheblicher Anteil der Niederschläge sickert jedoch in tiefere Schichten ein und sammelt sich früher oder später an. Die im Boden vorhandenen Gewässer gleichen in der Art ihres Vorkommens sehr den auf der Oberfläche befindlichen. Wie hier können die Bodengewässer stehende oder fließende Gewässer, oft sogar völlige unterirdische Bäche bilden.

Alle diese Formen werden unter dem Namen des Grundwassers zusammengefaßt.

Als Seihwasser bezeichnet man eine Form des Grundwassers, welche entsteht, indem von Flüssen oder Bächen aus Wasser durch die Ufer sickert und so gewissermaßen neben den oberirdischen Gewässern noch eine unterirdische Verbreiterung vorhanden ist.

Die Tiefe, in welcher Grundwasser ansteht, ist eine außerordentlich wechselnde. Man hat berechnet, daß Wasser bis zu 12 000 m in die feste Erdkruste einzudringen vermag. Je nach den Gesteinsarten wird das thatsächliche Eindringen ein verschiedenes sein. Alle losen Sand- oder Grandschichten sind leicht durchlässig für Wasser; ebenso alle zerklüfteten und von Spalten durchzogenen Gesteine (z. B. Kalke). Das Grundwasser sammelt sich an, sowie es eine undurchlässige Schicht findet und fließt auf dieser langsam weiter. Im Gebirge und in den Tiefebenen ist der Grundwasserspiegel oft nur wenige Dezimeter unter der Oberfläche, während man bei sehr durchlässigen Gesteinen oft eine große Tiefe erreichen muß, um Wasser zu treffen. (So Brunnen bei Wilhelmshafen 200 m unter dem Meeresspiegel; bei Pest 970 m unter der Oberfläche.) In vielen Fällen finden sich mehrere unter einander liegende Grundwasserschichten, die durch undurchlässige Gesteinslagen getrennt sind.

Die Bewegung des Grundwassers ist je nach Bodenart, Neigung und Menge des Wassers verschieden; dasselbe kann entweder in schmäleren Streifen (den Flüssen und Bächen entsprechend) oder in breiter Fläche fließen. Die Geschwindigkeit ist eine sehr wech-

selnde und bisher nur für wenige Punkte einigermaßen sicher bestimmt. Namentlich die Versorgung größerer Städte mit Trinkwasser gab Veranlassung zu solchen Untersuchungen. Theoretisch ist gefunden worden, daß die Geschwindigkeit des Grundwassers im direkten Verhältnis der Druckhöhen (bei offen fließenden Gewässern, wie die Wurzel aus der Druckhöhe) wächst, natürlich gleiche Widerstände, also ein gleiches Material vorausgesetzt.

Wirklich beobachtete Geschwindigkeiten sind für stark durchlässige Geröllböden in München gefunden worden, für die Stunde:

Gefälle	0.064	0.040	0.016	0.067	0.37	0.021
Geschwindigkeit	25 m	15 m	11 m	14 m	10 m	8 m

Im Diluvialsand (Heß, Zeitschr. d. Arch. u. Ing.Ver. zu Hannover 1870. S. 231) an der Aller angestellte Untersuchungen ergeben viel geringere Geschwindigkeiten, diese wechseln zwischen 12—35 m für den Tag und etwa 20—25 m im Durchschnitt. Es kann daher der reichlichste Zufluß des Grundwassers, beziehentlich der größte Wassergehalt der Quellen oft sehr viel später eintreten, als ein starker Regenfall. Je nach der Sättigung des Bodens mit Wasser und der Höhe des Grundwasserstandes kann daher dieselbe Niederschlagsmenge einmal Ueberschwemmungen, in anderen Fällen nur ein leichtes Steigen eines Flusses veranlassen.

In chemischer Beziehung macht sich zwischen dem Gehalt des Grundwassers an aufgelösten Stoffen ein durchgreifender Unterschied zwischen hartem und weichem Wasser bemerkbar. Das erstere reich an Kalk, wohl auch an Magnesiasalzen, das letztere relativ reich an Alkalien. Alle Grundwässer, welche kalkhaltige Schichten durchfließen, werden zu den ersteren, alle die, welche überwiegend kalkarme Gesteine (Granit, Gneiß, Diluvialsande) berühren, zu den letzteren gehören.

§ 30. Anhang. **Gebräuchliche Bezeichnungen für Bodenarten und chemische Bodenanalyse.**

In der Praxis sind eine Reihe von Bezeichnungen für Bodenarten üblich, die aus der Erfahrung hervorgegangen für viele der wesentlichsten Bodeneigenschaften ein gutes Bild geben. Es ist die alte Einteilung der Böden in 1) Sand- und Grandböden, 2) Lehmböden, 3) Thonböden, 4) Kalkböden, 5) Humusböden.

1) Sand- und Grandböden. Die letzteren sind durch die erhebliche Größe der Gesteinsbruchstücke bezeichnet.

Die Sandböden werden teilweise nach dem Material, aus welchem die Sandkörner gebildet sind, benannt, teilweise gehen sie durch Gehalt an abschlämmbaren oder humosen Stoffen in die folgenden über. So unterscheidet man:

1) Sandböden (ohne näher Bezeichnung); sie bestehen aus über 95 % Sand;

schwach lehmige Böden aus 90—95 % Sand und 5—10 % abschlämmbare Bestandteile;

lehmige Sandböden 80—90 % Sand und 10—20 % abschlämmbare Bestandteile;

schwach humose Sandböden enthalten bis 5 % humose Stoffe;

humose Sandböden 5—10 % humose Stoffe;

stark humose Sandböden 10—20 % humose Stoffe; bei noch reichlicherem Gehalte an Humus gehen die letzteren in Moorboden über.

Ist gleichzeitig ein Gehalt an humosen und abschlämmbaren Stoffen vorhanden, so gebraucht man beide Bezeichnungen neben einander, z. B. humoser, schwach lehmiger Sandboden.

2) Lehmböden. Diese bestehen aus einem Gemisch von abschlämmbaren Bestandteilen (20—40 %) und von Sand. Humose Beimengungen treten bei diesen Bodenarten nur selten in reichlicherer Menge auf. Man unterscheidet:

sandigen Lehmboden mit 20—30 % abschlämmbaren Bestandteilen.

Lehmboden mit 30—40 % abschlämmbaren Teilen. Der Lehmboden ist durch Eisenoxydhydrat braun, seltener durch Eisenoxyd rot gefärbt.

3) Thonböden kann man noch trennen in

lehmigen Thonboden mit 40—50 % abschlämmbaren Teilen und

Thonboden (auch wohl als schwerer Thonboden noch besonders charakterisiert) mit mehr als 50 % abschlämmbaren Teilen.

4) Kalkböden. Die Kalkbodenarten zeigen eine große Mannigfaltigkeit, ganz ähnlich wie die Sandböden. Je nachdem der Kalk gleichmäßig in der Bodenmasse verteilt oder in Form einzelner Steinchen enthalten ist, sind die Böden verschiedenartig in ihrem Verhalten gegenüber dem Pflanzenwuchse. Da bei der Verwitterung der Kalkgesteine vorwiegend nur thonartige Bestandteile zurückbleiben, während der kohlensaure Kalk weggeführt wird, so sind häufig die obersten Schichten der als „Kalkboden" bezeichneten Flächen Thon- oder Lehmboden, jedoch stark durch den kalkhaltigen Untergrund beeinflußt.

5. Humusböden fallen in den reineren Formen mit den früher besprochenen Moor- und Torfböden zusammen. Durch Gehalt an kohlensaurem Kalk entstehen die als Moormergel rc. bezeichneten kalkhaltigen Moor- und Torfböden.

Neben diesen Haupttypen der meisten Bodenarten werden noch Unterscheidungen nach dem Gehalt an einzelnen, durch ihre Wirkung auf das Pflanzenleben oder ihre sonstigen Eigenschaften hervortretenden Bestandteilen gemacht. Besonders gilt dies von den:

eisenreichen (im Gestein eisenschüssigen) Böden. Der Gehalt an Eisenoxyd oder dessen Hydrat kann dabei sehr verschieden sein. Sande werden schon als eisenreich bezeichnet, wenn sie 2—5 % Eisenoxyd enthalten, während in den Lehm- oder Thonböden oft viel größere Mengen sich finden, ohne den Charakter der Bodenart zu verändern;

salzhaltigen Böden, die letzteren enthalten allerdings meist nur geringe Mengen von Kochsalz. Diese reichen jedoch hin, der Bodenflora ein eigentümliches Gepräge zu geben.

Bodenanalyse.

Fresenius, Lehrbuch der quantitativen Analyse. Grandeau, Handb. d. agrikulturchemischen Analysen. Berlin 1884. Zahlreiche Einzelarbeiten in Fresenius, Zeitschr. f. analyt. Chemie. Knop, Bonitirung der Ackererde. Leipzig 1871. Wolff, Anleitg. z. Unters. landwirtschaftl. Stoffe.

Die chemische Bodenanalyse kann hier nur auszugsweise behandelt werden, da sie im wesentlichen den gebräuchlichen chemischen Methoden entspricht.

In dem Folgenden sollen nur die wichtigsten Punkte, welche zum Verständnis der gebräuchlichen analytischen Angaben notwendig sind, sowie die für die Praxis wünschenswerten Angaben gemacht werden.

Die Probenahme von Boden zur chemischen Analyse muß verschieden ausfallen, je nachdem man die Zusammensetzung einer bestimmten Bodenschichte, bezw. eines Bodenbestandteiles feststellen will oder Auskunft zu erhalten sucht über die in einem Boden durchschnittlich vorhandenen Mineralstoffe.

Im ersten Falle wird man sich bemühen, möglichst charakteristische und reine Proben auszuwählen.

Im zweiten Fall ist es am günstigsten eine Trennung der einzelnen Bodenschichten vorzunehmen, jede für sich zu analysieren und nach ihrer Mächtigkeit in Rechnung zu stellen.

Die Probenahme führt man in der Weise aus, daß zunächst die Oberfläche des Bodens von allen Pflanzen und zufälligen Auflagerungen gereinigt und dann ein genügend tiefes Loch gegraben wird. Bei Verwitterungsböden muß dies möglichst bis zum festen anstehenden Grundgestein (von dem ebenfalls Proben zu entnehmen sind) geschehen; bei angeschwemmten Böden bis zum Grundwasser, oder wenn dies nicht erreicht werden kann, bis 1,5 oder 2 m Tiefe. In Schwemmlandsböden sollte man nie versäumen, mit Hilfe eines Handbohrers vom Boden des Loches aus den Untergrund noch auf weitere ein bis

zwei Meter zu untersuchen. Die Seitenfläche des Loches wird dann gerade abgestochen und mit der Schneide des Grabscheides werden gleichmäßige vertikale Abschnitte gemacht. Diese werden gemischt (auf einem Tuche) und von Wurzelresten befreit.

Größere Steine werden ausgelesen, deren Menge im Boden annähernd festgestellt und die Art der Gesteine bestimmt.

In vielen Fällen genügt für die Untersuchung von Waldboden die Entnahme aus einem Punkte. Will man eine größere Genauigkeit erzielen, so werden mehrere Einschläge in einiger Entfernung von einander gemacht und gleiche Mengen der entsprechenden Bodenschichten mit einander gemischt.

Die chemische Analyse wird je nach den Zwecken, welchen eine Bodenanalyse dienen soll, verschieden auszuführen sein.

Die größte Schwierigkeit bietet die Feststellung der im Boden vorhandenen für die Pflanzen aufnehmbaren Mineralstoffe. Alle bisher angewendeten Methoden können wohl Näherungswerte, niemals aber wirklich sichere Ergebnisse liefern. Für Zwecke des Ackerbaus wird in der Regel nur der Feinboden untersucht; für forstliche Zwecke ist es jedoch notwendig, den ganzen Boden, natürlich mit Ausschluß kleinerer und größerer Steine zu analysieren. Es ist dies in den langen Umtriebszeiten des forstlichen Bestandes begründet. Während man in der Landwirtschaft annehmen kann, daß im Laufe eines Jahres ein wesentlicher Zuwachs an aufnehmbaren Mineralstoffen durch Verwitterung nicht eintritt, ist diese Annahme bei einer Umtriebszeit von hundert und mehr Jahren nicht zulässig.

Die z. Z. gebräuchlichste Methode bei Untersuchung von Waldböden läuft zunächst auf eine Trennung in lösliche und unlösliche Bestandteile hinaus. Als Lösungsmittel verwendet man Salzsäure. Es geschieht dies unter der Voraussetzung, daß die in Salzsäure löslichen Stoffe entweder für die Pflanzenwurzel aufnehmbar sind, oder es doch in mäßiger Zeit werden. Um vergleichbare Zahlen zu erhalten, muß man Säure von gleicher Stärke anwenden und deren Einwirkung in Bezug auf Temperatur, Dauer u. s. w. genau angeben.

In der salzsauren Lösung bestimmt man (nach vorherigem Eindampfen zur Abscheidung von gelöster Kieselsäure) Schwefelsäure, lösliche Phosphorsäure und die vorhandenen gelösteten Metalle. Der Rückstand wird am besten mit Flußsäure aufgeschlossen und weiter analysiert.

Im Gesamtboden sind noch zu bestimmen der Gehalt an humosen Stoffen, an chemisch gebundenem Wasser und an Stickstoff.

Die Bestimmung der humosen Stoffe erfolgt genau nur bei Anwendung der Elementaranalyse. Aller Kohlenstoff wird dabei in Kohlensäure, aller Wasserstoff in Wasser übergeführt und gewogen. Die früher gebräuchlichen Methoden, welche auf der Oxydation des Humus durch Chromsäure beruhten, ergeben ungenaue Resultate.

Die Feststellung des chemisch gebundenen Wassers bietet bei Gegenwart organischer Stoffe große Schwierigkeiten. Man hilft sich in der Regel damit, daß man den durchschnittlichen Gehalt der Humusstoffe an Kohlenstoff zu 64 % annimmt, den Gehalt an Humus berechnet und den Ueberschuß des Glühverlustes als Wasser in Rechnung stellt.

Die Bestimmung des Stickstoffes erfolgt durch Verbrennen mit Natronkalk. Sämtlicher Stickstoff wird dadurch in Ammoniak übergeführt und als solches bestimmt. Sehr sichere und genaue Resultate erzielt auch die Methode von Lehrdahl (Zeitschr. f. analyt. Chemie.)

Für das Ertragsvermögen der Bodenarten von höchster Bedeutung ist die Gegenwart oder Abwesenheit von kohlensaurem Kalk. In vielen Fällen kann man schon durch einfaches Befeuchten eines Bodens mit Salzsäure auf die höhere oder geringere Fruchtbarkeit schließen.

Die Darstellung der Analysenresultate erfolgt in der Regel durch einfaches

Aufzählen der untersuchten Stoffe und der Angabe, welchen prozentischen Gehalt sie von der Gesamtmasse ausmachen.

Für landwirtschaftliche und auch forstliche Zwecke bietet ferner eine jetzt vielfach in Anwendung gekommene Darstellungsweise, welche von Knop angegeben worden ist, große Vorteile.

Knop führt die Bestandteile des Bodens in folgender Reihe auf:

1) Glühverluste: { Wasser (chemisch gebunden). Humus.

2) Sulphate: Gyps.

3) Karbonate: { kohlensaurer Kalk. kohlensaure Magnesia.

4) Silikate: { Quarz und Kieselsäure. Sesquioxyde (Eisenoxyd, Thonerde). Monoxyde, (Kali, Natron; Kalk und Magnesia, soweit an Kieselsäure gebunden). aufgeschlossene Silikatbasen. (Basen der vorhandenen Zeolite.)

Zweifellos bietet eine solche Zusammenstellung große Vorteile und läßt namentlich die Armut oder den Reichtum an einzelnen Bestandteilen hervortreten.

Im folgenden sind ein paar von Knop ausgeführte Analysen in den beiden Darstellungsformen neben einander gestellt. Die Analysen beziehen sich auf Feinerden eines Verwitterungsbodens von rotem Gneiß (Knop, Ackererde und Kulturpflanzen S. 48 u. 50; Leipzig 1883).

		1.	2.	3.
Kieselsäure	=	77.25	79.00	79.08
Thonerde	=	15.28	12.97	14.33
Eisenoxyd	=	1,12	2.34	2.33
Kalk	=	0.05	0.38	0.42
Magnesia	=	0.004	0.01	0.01
Kali	=	4.85	3.06	2.94
Natron	=	1.25	2.22	0.94
Wasser	=	1.33	1.88	1.85
Humus	=	2.33	19.00	10.07
Aufgeschlossene Silikatbasen	=	3.90	6.90	7.50

				1.	2.	3.
1) Wasser				1.33	1.88	1.85
Humus				2.38	10.00	10.07
2) Sulfate				—	—	—
3) Karbonate				—	—	—
4) Silikate	Quarz u. Kieselsäure			77.25	79.00	79.08
	Sesquioxyde			16.40	15.31	16.66
	Monoxyd	CaO	=	0.05	0.38	0.42
		MgO	=	0.004	0.01	0.01
		K_2O	=	4.85	3.06	2.94
		Na_2O	=	1.25	2.22	0,94
Aufgeschlossene Silikatbasen				3.90	6.90	7.50

In der letzteren Darstellungsweise tritt namentlich das Fehlen von Karbonaten in dem Boden scharf hervor und erleichtert so die Uebersicht.

III. Pflanze und Boden.

Die Entwicklung der Pflanzen ist an bestimmte Bedingungen gebunden. Diese sind teils physikalischer und meteorologischer Natur, teils beruhen sie auf der Einwirkung bestimmter Stoffe, die im Pflanzenkörper aufgenommen werden und für die Umbildungen der Stoffe im Pflanzenkörper unbedingt notwendig sind; man kann sie kurzweg als die chemischen Bedingungen des Pflanzenwachstums bezeichnen. Hier kommen nur die chlorophyllführenden Pflanzen in Betracht; die vielfach abweichenden Verhältnisse der chlorophylllosen können unberücksichtigt bleiben. Eine Anzahl der wichtigsten, namentlich der meteorologischen Punkte sind schon von Weber im ersten Abschnitt dieses Buches behandelt worden.

§ 31. 1) **Die physikalischen Faktoren des Pflanzenwuchses** sind Licht und Wärme.

Licht wird von allen Chlorophyllpflanzen verlangt, da nur unter dessen Mitwirkung

die Pflanze befähigt ist, Kohlensäure und Wasser zu zerlegen und in organische Verbindungen umzuwandeln. Außerdem übt das Licht noch bestimmte mechanische Wirkungen auf die Pflanze aus, indem es die Streckung der einzelnen Organe mäßigt und auf eine stärkere Ausbildung der äußeren Pflanzenschichten hinzuwirken scheint.

Ohne Licht erfolgt in der Pflanze keine Assimilisation. Kohlensäure und Wasser sind zwei sehr stabile Verbindungen, die Zerlegung derselben, namentlich bei niederer Temperatur ist schwierig. Es bedarf daher einer äußeren Kraftwirkung, um diese herbeizuführen. Diese Kraft liefert das Sonnenlicht. Soweit die bisherigen Arbeiten reichen, geht aber neben der Assimilisation auch eine teilweise Zersetzung der organischen Stoffe Hand in Hand, nur daß die erstere Wirkung überwiegt. Wird die Lichtstärke eine sehr große, wie im direkten Sonnenlicht, so kann dagegen die zersetzende Wirkung sich so sehr steigern, daß die Assimilisation sinkt. Alle Untersuchungen haben ergeben, daß eine mittlere Helligkeit für alle Pflanzen, selbst die der Tropengebiete am günstigsten einwirkt.

Eingehende Versuche von N. J. C. Müller (Botanische Untersuchungen. Heidelberg 1876. S. 373) haben ergeben, daß für die Waldbäume ebenfalls eine mittlere Helligkeit am günstigsten wirkt. Versuche von Borggreve u. And. (Borggreve, Holzzucht, S. 76 ff., Berlin 1885) haben gezeigt, daß auch die sogenannten Lichthölzer bei mäßiger Beschattung am günstigsten sich zu entwickeln vermögen.

Die Fähigkeit, das Licht auszunutzen und unter dessen Mitwirkung Kohlensäure zu reduzieren, ist nach Müllers Versuchen für die Baumarten eine sehr verschiedene. Als allgemeine Regel kann gelten, daß bei einjährigen Pflanzen die Assimilisation am raschesten vorangeht, daß sie bei den Laubbäumen mäßig hoch, bei den Nadelbäumen dagegen am geringsten ist.

So beobachtete Müller, daß der von einem Zentimeter Blattfläche in einer Minute reduzierte Kohlenstoff bei folgenden Bäumen einer Wärmemenge entsprach von:

Fichte	0.00647
Kiefer	0.0079
Buche	0.0119
"	0.0276
Hainbuche	0.04248
Erle	0.0546.

Die von den Sonnenstrahlen zugeführte Kraft betrug in derselben Zeit 0.68675 Wärmeeinheiten. Es hatten also die Nadelbäume nur etwa 1/100; die Laubbäume dagegen die zwei bis siebenfache Menge der zugeführten Kraft auszunutzen vermocht. Es entspricht dies auch den thatsächlichen Verhältnissen, da z. B. ein Kiefernbestand fast um die Hälfte an Produktion organischer Substanz gegen einen Buchenbestand zurückbleibt.

Man hat der Lichtwirkung vielfach einen außerordentlich großen Einfluß auf die Entwicklung der Bäume zugeschrieben. Die Beobachtung, daß sich einzelne Baumarten im Alter licht stellen, während andere einen geschlossenen Bestand bilden, hat die Unterscheidung in Licht- und Schattenhölzer schon lange herbeigeführt. Es scheint keinem Zweifel zu unterliegen, daß bei der Beurteilung dieser Verhältnisse zu einseitig vorgegangen worden ist und daß bei der räumigen Stellung der Bäume viel mehr die Deckung des Bedarfes an Wasser und an Mineralstoffen die entscheidende Ursache ist als die Wirkung des Lichtes. Würde das letztere der Fall sein, so müßte, da die zugeführte Lichtmenge im wesentlichen für alle Gebiete unserer Gegend die gleiche ist (Abweichungen davon bieten nur die Hänge, die je nach ihrer Neigung und Exposition mehr oder weniger Licht empfangen, als der Ebene entsprechen würde), so müßten auch die Lichtholzpflanzen sich überall gleichmäßig räumig stellen. Thatsächlich findet sich aber auf den besseren Böden ein viel engerer Bestand und ist dies ein direkter Beweis, daß die Ernährungsverhältnisse die maßgebenden sind.

(Der Verf. hat diese Auffassung schon in einer 1882 geschriebenen Arbeit niedergelegt (Zeitschr. f. Forst- und Jagdwesen 1883. S. 12), obgleich ähnliche Anschauungen schon vielfach geäußert sind; in neuerer Zeit ist Borggreve (Holzzucht, viele Artikel der forstl. Blätter) ein glücklicher Verteidiger derselben geworden.) Ganz ähnliche Verhältnisse bietet der sogenannte „Lichtungszuwachs". Allerdings ist es hier im hohen Maße wahrscheinlich, daß in jüngeren, namentlich sehr dichten und gedrängt erwachsenen Beständen die bei einer Durchforstung eintretende stärkere Zuführung von Licht eine erhebliche Bedeutung hat. Die Hauptwirkung muß man jedoch den geänderten Ernährungsverhältnissen zuschreiben.

Durch die plötzliche Lichtstellung, die stärkere Erwärmung des Bodens u. s. w. wird eine rasche und gesteigerte Zersetzung der aufgehäuften organischen Reste herbeigeführt und dadurch den Bäumen eine große Menge leicht aufnehmbarer Nährmittel geboten. Auch der Wasserverbrauch ist für die geminderte Anzahl der Stämme ein geringerer und sind so alle Bedingungen einer besseren Ernährung den noch vorhandenen Stämmen geboten.

Auf die Wärmeverhältnisse kann ein Einfluß bei dem forstlichen Betriebe nicht oder nur in äußerst geringem Maße geübt werden. Die Wachstumsbedingungen der Pflanzen lassen sich auf einige wenige Sätze zurückführen, die im wesentlichen darauf hinauslaufen, daß es ein, für verschiedene Pflanzenarten wechselndes, Temperaturminimum gibt, bei welchem noch Assimilisation stattfindet; daß diese mit der Temperatur steigt, bis sie ein Optimum erreicht. Für unsere Waldbäume wird bei normalen Witterungsverhältnissen dieses Optimum wohl niemals überschritten werden.

§ 32. 2) **Die chemischen Faktoren des Pflanzenwuchses.**

Die zur Produktion von organischer Substanz notwendigen Bestandteile sind in drei, beziehentlich vier Gruppen zu vereinigen. Die Bedeutung derselben ist nach Häufigkeit und Menge für das Pflanzenleben verschieden.

a) Die Bestandteile der Atmosphäre (ausschließlich des Wassers). Von diesen ist der elementare Stickstoff ohne Einwirkung. Sauerstoff ist in so reichlichen Massen vorhanden, daß der geringe Verbrauch desselben bei der Atmung der Pflanzen überhaupt nicht in das Gewicht fällt. Kohlensäure ist dagegen ein wichtiges und unentbehrliches Nährmittel der Pflanzen; auf ihrer Gegenwart beruht die ganze Assimilisation, welche ja, wie dies gezeigt ist, auf einer Zersetzung der Kohlensäure und des Wassers unter Einwirkung des Lichtes beruht.

Der Gehalt an Kohlensäure in der atmosphärischen Luft ist ein geringer und vielfach schwankender. Er beträgt durchschnittlich 4—6 Hunderttausendteile der Atmosphäre. Eingehende Untersuchungen von Ebermayer (Die Beschaffenheit der Waldluft und die Bedeutung der atmosphärischen Kohlensäure für die Waldvegetation. Stuttgart 1885) haben gezeigt, daß der Kohlensäuregehalt der Waldluft von dem der übrigen atmosphärischen Luft nicht wesentlich abweicht. Dieses Resultat ist mit allen bisher bekannten Verhältnissen in innigster Uebereinstimmung.

Schon die Gesetze der Gasdiffusion lassen es voraussehen. Man kann zwei Gasarten, so sehr diese auch in bezug auf ihre Molekulargewichte von einander abweichen, nicht ungemischt in demselben Gefässe erhalten. Nach mäßiger Zeit wird im ganzen Raum ein vollkommen gleich zusammengesetztes Gasgemisch vorhanden sein. Die Geschwindigkeit der Diffusion der Gase verhält sich nun annähernd umgekehrt wie die Quadratwurzel der Molekulargewichte (Wasserstoff = 1; Sauerstoff = 4 [Mol.G. = 16]; in derselben Zeit wird viermal soviel Wasserstoff als Sauerstoff diffundieren). Berechnet man die Diffusionsgeschwindigkeit für Kohlensäure (= 6,5) und atmosphärische Luft (= 3,8), so ergiebt sich, daß die erstere sich mit etwa halber Geschwindigkeit mit letzterer mischen wird. Jedenfalls ist dies keine Größe, die es ermöglichen würde, etwa in der Waldluft eine Ansammlung von Kohlen-

säure zu veranlassen. An sich sind daher waldbauliche Methoden, welche auf eine günstigere Ernährung der Bäume durch Kohlensäureproduktion hinwirken sollen, ohne genügende Grundlage. (Vergl. Wagener, Waldbau und seine Fortbildung. Stuttgart 1884.)

Zu bemerken ist übrigens, daß die Blattorgane erheblich mehr Kohlensäure zu verarbeiten vermögen, als in der Atmosphäre dargeboten wird. Man hat als Optimum des Kohlensäuregehaltes unter dem gewöhnlich herrschenden Luftdruck etwa 10% angenommen.

b) Stickstoff im elementaren Zustande wird von den Pflanzen nicht aufgenommen; eingehende Versuche, die schon von Boussingault (1855 u. 1857. Annal. d. scienc. naturell. IV. Ser. 4. p. 32 u. 6 p. 1) ausgeführt wurden und durch eine große Anzahl weiterer Arbeiten bestätigt sind, beweisen das. Die Form, in welcher gebundener Stickstoff von den Phanerogamen aufgenommen wird, ist in erster Linie die Salpetersäure; Ammoniak und andere stickstoffhaltige Verbindungen sind zwar aufnehmbar, aber viel weniger günstig für die Vegetation.

Die Frage über die Zufuhr von Stickstoffverbindungen ist in der Agrikulturchemie eine außerordentlich lebhaft verhandelte, ein Abschluß ist noch nicht erreicht, steht aber in absehbarer Zeit zu erhoffen. Die Quellen des Stickstoffes für den Boden und so auch indirekt für die Pflanze sind:

α) Durch Zufuhr mit Regen- und Schneewasser. Der elektrische Funke vermag beim Durchschlagen feuchter Luft aus dem elementaren Stickstoff und Sauerstoff Verbindungen dieser Elemente zu bilden. Die so entstehenden niederen Oxydationsprodukte des Stickstoffes scheinen weitere Umwandlungen zu erleiden, wenigstens finden sich in den atmosphärischen Niederschlägen immer geringe Mengen von salpetersaurem, seltener von salpetrigsaurem Ammon.

Die dem Boden auf diesem Wege zugeführte Menge an gebundenem Stickstoff unterliegt erheblichen Schwankungen; zahlreiche Untersuchungen lassen den Fehler jedoch nicht wesentlich erscheinen, wenn man als mittleren Betrag eine Zufuhr von 6—8 Kilogramm für Jahr und Hektar für unsere Gebiete annimmt. Der Gehalt der Niederschläge ist dabei ein sehr wechselnder und namentlich auch von der Dauer der Regen abhängig. Die ersten Flüssigkeitsmengen enthalten mehr, spätere erheblich weniger Stickstoffverbindungen.

β) Durch Zersetzung stickstoffhaltiger organischer Stoffe. Alle natürlichen Dünger und für den Wald die Streu enthalten reichlichen gebundenen Stickstoff, letztere etwa im großen Durchschnitt 1% der Trockensubstanz. Bei der allmählichen Verwesung wird dieser in Ammoniak beziehentlich in Salpetersäure übergeführt und so für die Pflanzen leicht aufnehmbar.

γ) In neuerer Zeit ist man jedoch zur Erkenntnis gekommen, daß dem Boden außer den beiden angegebenen noch andere Stickstoffquellen zur Verfügung stehen und daß eine Bereicherung durch die Vegetation verschiedener Gewächse, namentlich der Papilionazeen, bewirkt werden kann. Gerade über diesen Punkt sind die Ansichten noch sehr wenig geklärt. Während einzelne Forscher den „bodenbereichernden Pflanzen“ (Esparsette, Kopfklee u. a.) die Fähigkeit zuschreiben, Stickstoff direkt aus der Luft assimilieren zu können, sehen andere in der Thätigkeit niederer Organismen, namentlich von Spaltpilzen die Ursache der Stickstoffverbindung; ein Hauptvertreter dieser Anschauung ist Berthelot (Compt. rend. 1885. p. 775), ähnliche Versuche auch bei Soulie (Compt. rend. 1885. p. 1010). Beide fanden, daß sterilisierter Boden eine Veränderung im Stickstoffgehalte nicht erfuhr, während nicht sterilisierter eine Steigerung desselben zeigte. Eingehende Reinkulturen der im Boden vorkommenden Spaltpilze überzeugten Frank (Ber. d. deutsch. bot. Gesellsch. 4. p. 293) und Adametz (Inaug.diss. Leipzig 1886), daß keiner der Pilze die Fähigkeit besaß, den Stickstoff als solchen zu binden. Frank bestätigte im übrigen die Zunahme des Stickstoffgehaltes im Boden und nimmt an, daß im Boden zwei Prozesse neben einander

verlaufen; der eine entbindet Stickstoff, der andere bindet denselben, durch Kultur von Pflanzen wird der letztere erheblich gesteigert. Nach Frank würde also in der Stickstoffverbindung eine Kraft des Bodens hervortreten, welche einer genauen chemischen Definition und der Erkenntnis der wirkenden Kräfte noch nicht zugängig ist.

Die Frage bezüglich der Stickstoffentnahme durch Streu und des Bedarfes der Waldbäume an diesen wichtigen Nährstoff ist eine hochwichtige. Gestützt auf außerordentlich eingehende Untersuchungen war J. von Schröder (Forstchemische und pflanzenphysiologische Untersuchungen S. 38. Dresden 1878) zu dem Schlusse gekommen, daß die durch Regen jährlich zugeführte Menge ausreichte, um den im Holzkörper abgelagerten Stickstoff zu ersetzen, daß dagegen der Bedarf der Blattorgane ungedeckt bliebe, wenn nicht aus der Streu durch Verwesen Ammoniak und Salpetersäure zugeführt werde.

In einer die Streunutzung auf Sandböden behandelnden Arbeit hat der Verfasser (Danckelmann's Zeitschr. f. Forst- und Jagdwesen 1883) dagegen keinen wesentlichen Unterschied im Stickstoffgehalt der berechten und geschonten Böden finden können. Auch der durchschnittliche Gehalt von zwei auf Streuflächen erwachsenen Kiefern gab keine wesentliche Verschiedenheit, obgleich auf der einen Fläche seit zwanzig Jahren alljährlich die Streu abgerecht war. Die betreffenden Zahlen, welche den Stickstoffgehalt in 1000 Tln. Trockensubstanz geben, mögen hier folgen:

	berecht	geschont
Knüppelholz	2.90	2.55
Aeste über 1 cm D. . . .	4.19	3.07
Aeste bis 1 cm D. . . .	8.68	7.05
Nadeln	13.58	15.71
Reisholz	8.07	7.82.

Es scheint daher die Hochschätzung der Streu als Stickstoffdünger der Waldbäume nicht unerheblich an Bedeutung zu verlieren.

c) Das Wasser. Ueber keinen Gegenstand der Bodenkunde liegen so vielfache Beobachtungen und so scharf ausgesprochene Meinungen, nur zu häufig ohne die genügenden Untersuchungen, vor, als über die Bedeutung des Wassers in den Pflanzen und den Wassergehalt der Bodenarten. Der extremste Verteidiger des Wassers als allein maßgebender Faktor der Waldproduktion ist Heyer in seiner Bodenkunde (Erlangen 1856. S. 488) geworden, der geradezu die Meinung ausspricht, daß jeder Boden genügende Mineralstoffe enthält, wenn nur ein ausreichendes Wasserquantum zur Verfügung steht, um jeden Waldbestand zu tragen. Kaum irgend eine Auffassung naturwissenschaftlicher Verhältnisse hat so hemmend für die Erkenntnis der Produktionsbedingungen des Waldbaues gewirkt, als diese einseitige Anschauung. Erst allmählich bricht sich die Ueberzeugung mehr und mehr Bahn, daß im Waldboden viele Wirkungen nebeneinander herlaufen und der Wassergehalt doch nur eine, wenn auch hervorragende derselben ist.

Die Bedeutung des Wassers für die Vegetation ist eine doppelte, zunächst als direktes Nährmittel der Pflanze. Bei der Zersetzung der Kohlensäure und der Bildung der organischen Substanz werden erhebliche Mengen von Wasser verbraucht. Die gebräuchliche Zersetzungsformel stellt ja dies auch dar

$$nCO_2 + H_2O = nCH_2O + nO_2.$$

Die Bedeutung als Nährmittel des Wassers und die dabei beanspruchten Mengen treten aber ganz zurück gegen die Wassermassen, welche als Lösungsmittel der anorganischen Stoffe, sowie zur Erzeugung der Gewebespannungen von dem Pflanzenkörper aufgenommen und zumeist durch die Spaltöffnungen wieder ausgeschieden und verdunstet werden.

Der Wassergehalt des Bodens kann hier nur teilweise berücksichtigt werden, nähere Angaben finden sich in dem Abschnitt über Bodenbedeckung und Streu (siehe später).

Der Wasserbedarf der Pflanzen ist ein sehr verschiedener und nicht nur für die Arten, sondern selbst für die einzelnen Pflanzen je nach den äußeren Umständen ein wechselnder. Hierzu kommt noch, daß die ausgeathmete Wassermenge namentlich von dem zur Verfügung stehenden Wasserquantum abhängig ist und mit diesem steigt und fällt. Bei feuchter Luft und reichlicher Wasserzufuhr sind viele Pflanzen befähigt, aus ihren Blattorganen mit Hilfe besonders gestalteter, großer Spaltöffnungen Wasser in flüssiger Form auszuscheiden. Bei Trockenheit dagegen schließen sich alle Spaltöffnungen zum Teil und setzen so die Verdunstung herab.

Es ist daher für die Pflanzen ein Minimum des Wasserbedarfs vorhanden, welches gerade ausreicht, die Lebensfunktionen zu erhalten. Diesem steht ein Maximum des Wasserverbrauchs gegenüber, welches eintritt, wenn die Pflanze zu allen Zeiten ihrer Entwicklung einen Ueberschuß von Wasser zur Verfügung hat.

Die ersten Versuche, den Wasserverbrauch der Gewächse festzustellen (Litteratur in Forschg. d. Agrikulturphysik, 4. Bd. S. 85) litten alle an erheblichen Fehlern. Es wurde durch diese das absurde Resultat erhalten, daß die Wasserverdunstung der Pflanzen die alljährlich zugeführte, oder wenigstens während der Vegetationszeit zugeführte Regenmenge erheblich übersteige. Da diese Angaben im klaren Widerspruch mit den in der Natur zu beobachtenden Thatsachen standen, so wurden die wunderlichsten Theorien aufgestellt, um einen Ausweg aus diesem Irrgarten zu finden.

Erst in neuerer Zeit ist durch ausgedehnte Untersuchungen festgestellt, daß die durchschnittliche Wasserverdunstung der Pflanzen weit hinter dem durchschnittlichen jährlichen Niederschlage zurückbleibt und selbst bei Getreide und Kleearten, die von den untersuchten Pflanzen am meisten Wasser verbrauchen, hinter den Niederschlägen der Vegetationsperiode zurückbleibt.

Die Wasserverdunstung der Waldbäume ist durch von Hönel in ausgedehnten und sorgsamen Versuchen festgestellt (Mittheil. aus d. forstl. Versuchswes. Oestreichs Bd. II. Heft I, Heft III; Forschg. der Agrikulturphysik Bd. 2. S. 398 u. Bd. 4. S. 435). Diese Beobachtungen zeigen nun mit der größten Deutlichkeit, daß der Wasserverbrauch selbst stark verdunstender Bäume erheblich hinter den durchschnittlichen sommerlichen Niederschlägen zurückbleibt.

v. Hönel berechnet die verbrauchte Wassermenge auf 1 gr Trockengewicht der vorhandenen Blattsubstanz. In den Jahren 1879, 80 und 81 wurden die Beobachtungen durchgeführt. Im folgenden ist die Tabelle von Hönels, welche die durchschnittliche Wasserverdunstung in Kilogramm Wasser für 100 gr lufttrockene Blätter angibt, mitgeteilt:

(Tabelle siehe Seite 301.)

Die Untersuchungen betreffen einen mittleren Wassergehalt des Bodens. Eine völlige Uebereinstimmung der einzelnen Zahlen ist natürlich nicht zu verlangen, da die Sommermonate jener drei Versuchsjahre unter sich sehr verschieden in bezug auf Niederschlagsmengen u. s. w. waren. Ganz besonders tritt aber der gewaltige Unterschied in der Wasserverdunstung zwischen den Laub- und Nadelbäumen hervor. Man darf getrost behaupten, daß die ersteren durchschnittlich zehnmal mehr Wasser verbrauchen als die letzteren.

Da die Angaben auf Trockengewicht der Blattorgane bezogen sind und dies sich bei der Kiefer ganz bedeutend geringer stellt als bei Fichte und Tanne, so wird der Unterschied ein noch viel größerer und tritt auch hier die Genügsamkeit der Kiefer hervor.

Als besonders auffällig muß bezeichnet werden und es ist dies wahrscheinlich auf die Beschaffenheit der Spaltöffnungen zurückzuführen, daß der Transpirationsunterschied für Laubhölzer in der Sonne und im Schatten sehr gering, für die Nadelhölzer sehr groß ist. Einige Beispiele sollen dies zeigen.

1878	Wasser kl	1879	Wasser kl	1880	Wasser kl
Birke	67.987	Esche	98.305	Esche	101.850
Esche	56.689	Buche	85.950	Birke	91.800
Hainbuche . . .	56.251	Birke	84.513	Buche	91.380
Buche	47.246	Hainbuche . . .	75.901	Hainbuche . . .	87.170
Spitzahorn . .	46.287	Feldulme . . .	75.500	Ulme	82.280
Bergahorn . .	43.577	Eiche	66.221	Bergahorn . .	70.380
Ulme	40.731	Bergahorn . .	61.830	Eiche	69.150
Eiche	28.345	Zerreiche . . .	61.422	Spitzahorn . .	61.180
Zerreiche . . .	25.333	Spitzahorn . .	51.722	Zerreiche . . .	49.220
Fichte	5.847	Fichte	20.636	Fichte	14.020
Weißföhre . . .	5.802	Weißföhre . . .	10.372	Weißföhre . .	12.105
Tanne	4.402	Schwarzföhre .	9.992	Tanne	9.380
Schwarzföhre .	3.207	Tanne	7.754	Schwarzföhre .	7.005
				Elsebeere . . .	126.200
				Espe	95.970
				Erle	93.300
				Linde	88.340
		Lärche	114.868	Lärche	125.600
		Gesamtmittel . .	64.930	Gesamtmittel .	69.880
		Mittel für Laubhölzer	78.900	Mittel für Laubhölzer	82.520
		Mittel der Nadelhölzer	13.488	Mittel der Nadelhölzer	11.307

Buche in der Sonne . . .	76.180	kl für 100 gr Blätter (trocken)
" im Schatten . . .	107.800	" " " " " "
Hainbuche (Sonne) . . .	81.300	" " " " " "
" (Schatten) . . .	98.900	" " " " " "
Bergahorn (Sonne) . . .	61.690	" " " " " "
" (Schatten) . . .	76.190	" " " " " "
Tanne (Sonne)	13.910	" " " " " "
" (Schatten)	4.850	" " " " " "
Weißföhre (Sonne) . . .	19.190	" " " " " "
" (Schatten) . . .	5.020	" " " " " "
Schwarzföhre (Sonne) . .	8.760	" " " " " "
" (Schatten) . .	5.250	" " " " " "

„Es kann nunmehr keinem Zweifel unterliegen, daß Esche und Birke, auf das Laubtrockengewicht bezogen, am stärksten transpirierten, sich an diese Buche und Haine schließen, hierauf die Ulmen und endlich Ahorn und Eichen kommen. Was die Koniferen anbelangt, so gilt für sie die Ordnung: Fichte, Weißföhre, Tanne, Schwarzföhre zweifellos" (v. Hönel l. c.). Für die übrigen Baumarten werden noch zahlreichere Beobachtungen notwendig sein, um ihre Stellung sicher festzulegen.

v. Hönel macht auch den Versuch, für größere Waldflächen den Wasserverbrauch annähernd festzustellen; er weist selbst darauf hin, daß derartige Zahlen nur ganz grobe Schätzungen ergeben. Trotzdem haben sie einen bedeutenden Wert, da es nur auf solchem Wege möglich ist, ein Bild von den natürlichen Verhältnissen zu erlangen. So ist der Wasserverbrauch berechnet für

eine 115j. Buche (4—600 Stämme auf d. Hektar) verbraucht etwa 50 kl den Tag und 3500000—5400000 kl für Vegetationszeit und Hektar;

eine 50—60j. Buche (1300 Stämme pro Hektar) verbraucht etwa 10 kl den Tag und 2300000 pro Hektar und Vegetationszeit;

eine 35j. Stangenbuche (4000 Stämme pro Hektar) verbraucht etwa 1 kl den Tag und 700000 kl pro Hektar und Vegetationszeit.

Es geht hieraus hervor, daß die durchschnittlichen sommerlichen Niederschläge ausreichen, den Wasserbedarf des Waldes zu decken, wenn diese, sehr niedrig angenommen, auch nur 30 cm Regenhöhe betragen.

In Zeiten lang anhaltender Dürre tritt es wohl ein, daß der Wassergehalt des Bodens zu gering wird; die Blätter sterben dann frühzeitig ab, sie werden „sommerdürr". Der Wald erleidet hierdurch einen doppelten Verlust, einmal durch Verkürzung der Vegetationsperiode und anderseits, weil eine Auswanderung der Eiweißstoffe, sowie der damit im engsten Verbande stehenden Phosphorsäuren nicht erfolgt, wohl aber geht die gebildete Stärke und das Kalium in den Stamm über.

Der Wassergehalt des Bodens ist im Laufe des Jahres ein wechselnder. Natürlich ist hier von solchen Fällen abzusehen, in denen in mäßiger Tiefe das Grundwasser ansteht. In der Regel sammelt sich während des Winters eine nicht unerhebliche Menge von Wasser im Boden an und wird dort kapillar festgehalten. Es ist das die Winterfeuchtigkeit, welche in der forstlichen Litteratur eine außerordentliche Rolle spielt, obgleich wirkliche Wägungen des vorhandenen Wassergehaltes in den verschiedenen Jahreszeiten nur in ganz verschwindender Zahl ausgeführt worden sind. Das folgende hierauf Bezügliche kann daher nur mit Vorbehalt gelten, da die hierbei wesentlich in Betracht kommenden Untersuchungen des Verfassers sich nur auf Sandboden beziehen und in Lehm- und Thonböden wohl andere Verhältnisse auftreten können. (Vergl. Zeitschr. f. Forst- und Jagdwesen 1883, Nov. und Dez.-Heft und Forschung. d. Agrikulturphysik Bd. 8. S. 67.)

Man darf annehmen, daß die angesammelte Winterfeuchtigkeit und namentlich der reichliche Wassergehalt der obersten Bodenschichten das Keimen der Samen in hohem Grade befördert und den jungen Wurzeln die notwendige Feuchtigkeit bietet. Allein schon zum Ende des Maimonats ist der Wassergehalt in der Regel erheblich gesunken, um ganz allmählich bis zum Herbste abzunehmen. Der Herbst ist die Zeit der größten Trockenheit für den Waldboden. Welche Flächen bei sonst gleicher Beschaffenheit jedoch die geringsten Wassermengen enthalten, ist abhängig von den Bestandsverhältnissen. Eine je größere Zahl von Bäumen und je mehr Laubbäume, um so größer ist der Wasserverbrauch. Gleichzeitig macht sich aber noch die Bodenbedeckung im höchsten Maße bemerkbar; namentlich Graswuchs verbraucht enorme Wassermengen und kann die Wasserbilanz gänzlich zu Ungunsten eines lichten Bestandes verschieben. (Eingehender werden diese Fragen unter Bodenbedeckung behandelt.)

Betrachtet man die Wasserverteilung, so ist auf nicht völlig kahlem Boden die oberste unter der Streudecke liegende Erdschicht die an Wasser reichste. Es ist dies eine Folge des Humusgehaltes und der dadurch gesteigerten Wasserkapazität. Namentlich auf diese Thatsache gründet sich die generell ganz unhaltbare Annahme, daß der Boden unter Waldbestand wasserreicher sei als auf unbestandenen Flächen.

Unterhalb der humosen Bodenschicht folgt sodann der wasserärmste Teil des Bodens, um in einer Tiefe von 0,75—1,50 m wieder zu steigen und dann bis in erhebliche Tiefen nicht wesentlich zu schwanken. Natürlich gilt dies von tiefgründigen gleichartig zusammengesetzten Bodenarten, zunächst von Sandboden. So gibt Grebe (Zeitschr. Forst- f. und Jagdwesen 1885 p. 387) für Sand der Tuchler Heide an:

Bodentiefe	cm	5	10	40	80	120	200	250	300
Wassergehalt	%	4,1	3,8	3,7	3,66	4,35	4,61	4,61	4,60

Zahlen, welche mit den Beobachtungen des Verfassers in der Eberswalder Gegend große Uebereinstimmung zeigen.

Es würde eine sehr lohnende und ohne Schwierigkeiten ausführbare Aufgabe für die Herren der forstlichen Praxis sein, ebenfalls derartige Bestimmungen auszuführen und so die Kenntnis der Wasserverhältnisse wesentlich zu fördern.

Die Wasseraufnahme der Pflanzen erfolgt durch die Wurzeln. In der Regel wird die Tiefe, bis zu welcher einzelne Wurzeln eindringen können, sehr unterschätzt. Es ist im hohen Grade wahrscheinlich, daß die tiefgehenden Wurzeln in erster Linie zur Wasseraufnahme verwendet werden, während die in den höheren Bodenschichten befindlichen Wurzeln den Hauptbedarf an Mineralstoffen zu decken haben. Zumeist sind die ersteren nur schwach, kaum bis fingerstark und entgehen so sehr leicht der Beobachtung, zumal Seitenwurzeln erst in wasserreichen Bodenschichten oder bei Berührung des Grundwasserspiegels gebildet werden. Für die Ernährung der Bäume haben diese Wurzeln wahrscheinlich eine sehr hohe Bedeutung.

Vielfach liegen Beobachtungen vor, daß Bäume wipfeldürr wurden und endlich abstarben, wenn eine Senkung des Grundwasserspiegels erfolgte. Beispiele, in denen diese Wirkung noch auf weite Entfernungen sich bemerkbar machten, sind die Letzlinger Heide; die Umgebung des Warthebruches; das Absterben der älteren Bäume im botanischen Garten zu Berlin nach Erbauung des Schiffartskanals. Alle diese Fälle stimmen darin überein, daß ein allmähliches Eingehen der Bäume erfolgte. Im Berliner botanischen Garten zeigte sich sofort ein starkes Fallen des Zuwachses, bis endlich die Bäume abstarben.

Alle diese Erscheinungen sind sicher auf die Senkung des Grundwassers zurückzuführen und sehr wahrscheinlich in der plötzlichen Funktionsänderung der Wurzeln zu suchen, welche bis dahin in das Wasser tauchten. Viele Untersuchungen (vgl. Sachs, landwirtschaftl. Versuchsstationen 1860. Bd. 2. S. 13) beweisen, daß manche Pflanzen ebensowohl befähigt sind, im Wasser, wie in Erde zu wachsen, wenn nur die genügenden Mineralstoffe zugängig sind, daß dagegen das Wurzelsystem der in einem Medium erzogenen Pflanze sich nur schwierig oder gar nicht einer veränderten Ernährung anpassen kann. Es ist so verständlich, daß Bäume, deren Wurzeln das Grundwasser erreichten, nach einer Senkung desselben allmählich zum Absterben kommen. Anderseits ist es in der Regel höchst wahrscheinlich, daß jüngere neu angeschonte Bestände den gleichen Grad der Vollkommenheit wie die abgestorbenen erreichen können, da nur ausnahmsweise ein wesentliches Herabgehen der Bodengüte mit dem Sinken des Grundwassers verbunden ist.

Die gelösten Bestandteile des Wassers üben auf die Vegetation einen hervorragenden Einfluß. Harte Wässer, also solche, welche reichlich Kalksalze (die des Magnesiums treten zurück) gelöst enthalten, sind für die Pflanzen, namentlich die Baumarten, deren Bedarf an Kalk ein hoher ist, sehr günstig. Auch die Flußwässer, sowie die Bäche, welche aus alkalireichen Gebirgen entspringen und daher ärmer an Kalkverbindungen sind (weiche Wasser) üben eine günstige Wirkung. Ganz unfruchtbar sind dagegen die aus Torf und Hochmooren hervortretenden Gewässer. Diese werden fast völlig der Mineralstoffe durch die Moosvegetation der Moore beraubt, sättigen sich mit löslichen, sauer reagierenden Humusstoffen und wirken dadurch ungünstig auf die Pflanzenwelt ein. Hier scheinen zwei Thatsachen, die Armut an gelösten Stoffen und die ungünstigen Eigenschaften der gelösten Humuskörper zusammenzuwirken, um der Vegetation nachteilig oder doch nicht vorteilhaft zu sein.

Welche großen Mengen von gelösten Nährstoffen durch eine regelmäßige Bewässerung selbst mit weichem Wasser zugeführt werden, haben die Untersuchungen von Laufer über den Babelsberg (Jahrbuch geol. Landesanstalt in Preußen 1880 p. 429) bewiesen.

Laufer bestimmte die Menge der Mineralstoffe, welche in Babelsberg alljährlich durch Bewässerung dem Boden zugeführt wird, für das Hektar zu

15,5 kg salpeters. Ammon,
65 „ kohlens. Ammon,
58 „ schwefels. Kalium,
72 „ kohlens. Kalk.

Es sind dies gewaltige Mineralstoffmassen, die ausreichen würden, jeder Vegetation von den betreffenden Stoffen genug zu bieten. Hinzugefügt muß noch werden, daß die Hauptmasse des Babelsberges aus einem unteren Diluvialsand solcher Beschaffenheit besteht, der durchaus geeignet ist, auch ohne Zufuhr von Stoffen, Eichen wie Buchen eine kräftige Entwicklung zu gestatten.

Es ist dies ein Beweis, daß allerdings auch recht arme Bodenarten eine hochentwickelte Waldvegetation tragen können, wenn ihnen genügend Wasser und damit gleichzeitig gelöste Nährstoffe zugeführt werden. Würde es möglich sein große Flächen mit völlig reinem, destilliertem Wasser jahrelang zu überrieseln, so würde mit großer Wahrscheinlichkeit nur zu bald der Rückgang der Bestände lehren, daß es das Wasser allein nicht thut.

Die verschiedenen Feuchtigkeitsgrade eines Bodens bezeichnet man als:

naß, wenn alle Poren mit Wasser gefüllt sind und beim Herausheben des Bodens Wasser direkt abfließt. Auf nassem Boden steht in den feuchteren Jahreszeiten meistens anhaltend Wasser und auch in der trockeneren Zeit ist in ½ bis 1 m Tiefe zumeist der Wasserspiegel noch zu erreichen;

feucht, der Boden gibt beim Zusammenpressen zwischen den Händen noch tropfenweise Wasser ab;

frisch, mit mittlerem Wassergehalt; durch Pressen fließt kein Wasser aus, die einzelnen Bodenteile zeigen jedoch einen mäßigen Zusammenhang infolge der vorhandenen Feuchtigkeit (z. B. frischer Sand gegenüber trockenem Sande);

trocken, überwiegend für Sandboden gebraucht, bezeichnet trocken einen an Wasser armen Boden, dessen einzelne Teile keinen Zusammenhang mehr erkennen lassen;

dürr, ohne merkbares flüssiges Wasser.

Zur Bestimmung der verschiedenen Feuchtigkeitsgrade ist eine längere Kenntnis eines Bodens, Berücksichtigung des Bestandes u. s. w. erforderlich, da nach anhaltendem Regen, im Winter u. s. w. natürlich auch trockene und selbst dürre Böden ganz erhebliche Feuchtigkeitsmengen enthalten können.

d. Die Mineralstoffe im Pflanzenkörper.

Jede Pflanze bedarf zu ihrer Entwicklung eine bestimmte Anzahl von elementaren Bestandteilen. Es hat sich herausgestellt, daß Kalium, Calcium, Magnesium, Eisen, Phosphor und Schwefel unbedingt notwendig sind, während dies für Chlor noch zweifelhaft ist. Stoffe, die sich noch außerdem in jeder Pflanze finden, häufig sogar den größten Teil der Asche ausmachen, sind Natrium und Kieselsäure, weniger verbreitet oder doch zumeist nur in geringer Menge vorhanden ist das Mangan, während Thonerde bisher nur in einigen wenigen Pflanzen reichlicher aufgefunden worden ist. Außerdem können noch die verschiedenartigsten Elemente und Verbindungen aufgenommen werden, die zum Teil als direkte Gifte auf den Pflanzenkörper wirken. Die Funktion der einzelnen Stoffe in ihrer Bedeutung für den Aufbau der Pflanzen ist nur zum Teil festgestellt worden. Jeder einzelne der unbedingt notwendigen Nährstoffe muß in einer bestimmten Menge vorhanden sein, wenn eine Pflanze sich entwickeln soll, eine Vertretung der Stoffe ist nicht oder nur im geringen Maße möglich.

Reinasche. Es ist üblich, die Resultate der Analysen von Aschen auf „Reinasche" zu berechnen. Bei der Verbrennung der organischen Substanz werden die an organische Säuren gebundenen Metalle in kohlensaure Verbindungen umgewandelt. Gleichzeitig finden sich wohl immer kleine Mengen von Kohle, auch wohl von Sand u. dgl. der Asche beigemischt. Die Kohlensäure, Kohle, Sand u. s. w. machen nun oft einen erheblichen Teil der Asche aus, sind dabei in wechselnder Menge vorhanden und erschweren so die Vergleichbarkeit der Analysen. Es ist daher gebräuchlich, den Gehalt einer Asche

zu berechnen, welche von jenen Bestandteilen frei sein würde. Die Zahlen der Reinasche geben den prozentigen Anteil, welchen die einzelnen Elemente an der Zusammensetzung nehmen. Den absoluten Gehalt an den einzelnen Stoffen findet man, wenn die Trockensubstanz mit in Rechnung gezogen wird. Die agrikulturchemischen Arbeiten geben daher in der Regel zwei Tabellen, einmal die Zusammensetzung der Reinasche, zweitens den Gehalt von tausend Teilen Trockensubstanz an einzelnen Stoffen.

Das Kalium scheint bei der Assimilation und der Bildung des Stärkemehls wirksam zu sein. Natrium vermag dasselbe nicht zu ersetzen. Bei Gegenwart von Rubidium wird Zucker und kein Stärkemehl gebildet; Cäsium und Lithium wirken als Pflanzengifte.

Das Kalium findet sich in den Bäumen prozentisch am reichlichsten im Holzkörper und ist ferner in den jüngeren Teilen, namentlich in den Blattorganen aufgehäuft. Der Bedarf der verschiedenen Pflanzen an Kalium ist ein sehr verschiedener und z. B. bei der Tanne ein hoher.

Das Natrium findet sich namentlich in den am Seestrand und in der Nähe von Salinen vorkommenden Pflanzen sehr reichlich vertreten. Es ist jedoch nachgewiesen, daß diese Pflanzen ohne Zufuhr von Natrium gedeihen können, es kann so auch für diese nicht als notwendiger Nährstoff betrachtet werden. In den Bäumen ist der Gehalt an Natrium in der Regel gering und die Verteilung im Baumkörper zeigt keine hervortretende Regelmäßigkeit.

Das Calcium scheint eine wesentliche Rolle bei der Bildung der Zellenwände zu spielen. Große Mengen des Calciums werden von den organischen Säuren, mit welchen es vielfach unlösliche Salze bildet, festgelegt und dadurch für die weitere Entwicklung des Pflanzenkörpers unbrauchbar. Namentlich die Oxalsäure bez. der oxalsaure Kalk findet sich in Krystallen in fast allen Pflanzen und ist namentlich im Rindenkörper der Bäume reichlich abgelagert. Das Calcium gehört überhaupt überwiegend dem Rindenkörper an und ist prozentisch sehr viel reicher in demselben vertreten, als im Holze.

Von allen anorganischen Nährstoffen beanspruchen die Waldbäume vom Kalk weitaus am meisten. Kein anderer Stoff macht auch sein Fehlen oder seine Gegenwart im Boden auf den Holzwuchs und für die ganze Flora so bemerkbar, wie der Kalk. Eine ganze Anzahl von Pflanzen werden mit Recht als „Kalkpflanzen" bezeichnet, da ihr zahlreiches Vorkommen zweifellos auf Kalkreichtum des Bodens deutet. Anderseits gilt auch hier der Satz, daß jene Pflanzen auch in anderen als Kalkböden gedeihen können; aber das natürliche Vorkommen beschränkt sich im wesentlichen auf diese.

Von allen verbreiteteren Bodenbestandteilen scheint der Kalk der einzige zu sein, der auf einzelne wenige Pflanzenarten eine geradezu schädliche Wirkung ausübt. Unter den Bäumen sind dies die edle Kastanie und die Seestrandskiefer, unter den niederen Pflanzen die Torfmoose (Sphagnumarten). Die genannten Bäume gedeihen schon nicht mehr in einem Boden, der einige Prozente kohlensauren Kalk enthält und auf die Sphagneen wirkt hartes, kalkhaltiges Wasser wie ein Gift und bringt sie zum Absterben.

Das Magnesium scheint bei der Eiweißbildung im Pflanzenkörper beteiligt zu sein. Es wird in nur mäßigen Mengen aufgenommen, selbst auf den magnesiumreichen Dolomitböden macht es nur einen mäßigen Teil der Pflanzenasche aus.

Im Baumkörper verhält es sich dem Kalium ähnlich und ist prozentisch im Holzkörper weit reicher vertreten, als in den Rinden, sammelt sich dagegen reichlich in den Blattorganen an.

Eisen bedürfen die Pflanzen nur in geringen Mengen; es ist zur Bildung des Chlorophylls notwendig. Pflanzen ohne Eisen erzogen, bilden gelblich gefärbte, sogen. „bleichsüchtige" Blätter.

Mangan findet sich in der Asche der meisten Waldbäume, wenn auch in der Regel nicht besonders reichlich. Vom Verf. wurde nur einmal, in einer Esche, keine nachweisbare Spur von Mangan in der Asche gefunden. Bemerkenswert ist dieses Element dadurch, daß es sich gelegentlich in der Pflanzenasche in großen Massen anhäufen kann; es wurde von v. Schröder in einer Tanne bis zu 1/3 der Reinasche aufgefunden (Pflanzenphysiolog. u. forstchem. Forschungen. Dresden 1878).

Aluminium bez. Thonerde gehört trotz der weiten Verbreitung derselben im Boden zu den sparsamsten und seltensten Bestandteilen der Pflanzenaschen. Nur in den Lycopodiaceen und in der wilden Akazie wurde bisher ein reichlicherer Gehalt an Thonerde aufgefunden.

Phosphor, und zwar als Phosphorsäure, ist einer der wichtigsten und einer der unentbehrlichsten Pflanzennährstoffe. Die Phosphorsäure begleitet die Eiweißstoffe überall und scheint bei der Bildung derselben eine Hauptrolle zu spielen. Dem entsprechend findet sich die Phosphorsäure überwiegend in den Vegetationszentren, namentlich den Blattorganen in reichlichster Menge vor.

Schwefel wird von den höheren Pflanzen nur als Schwefelsäure bez. als Salz derselben aufgenommen. Schwefel ist einer der elementaren Bestandteile der Eiweißkörper.

Chlor findet sich neben Natrium in den „Salzpflanzen" reichlich, fehlt aber auch sonst in keiner Pflanze. Einzelne Beobachtungen weisen darauf hin, daß durch die Gegenwart von Chlorverbindungen der Transport der im Pflanzenkörper gebildeten Stoffe begünstigt wird, obgleich es als ein unentbehrlicher Nährstoff nicht betrachtet werden kann.

Kieselsäure wird ebenfalls von allen Pflanzenarten aufgenommen und vorwiegend in der Rinde zur Ablagerung gebracht. Namentlich die äußersten Rindenschichten sind reich an diesem Stoff und oft wie mit einem Kieselpanzer überzogen. Obgleich die Kieselsäure kein eigentlicher Nährstoff ist, kann sie doch zur Festigung der äußeren Rindenschicht beitragen und so mechanisch günstig einwirken.

In vielen Bäumen findet sich die überwiegende Menge der Kieselsäure in den Blättern, namentlich den älteren Blättern angesammelt, und ist die v. Schröder'sche Auffassung, daß der Baum beim Blattabfall einen Teil der unnötigen Kieselsäure aus seinem Körper wieder abscheide, wohl gerechtfertigt. So enthielten die Blätter einer Hainbuche, die noch nicht drei Prozent des gesamten Trockengewichtes ausmachten, fast 60 % der im Baumkörper enthaltenen Kieselsäure.

Neben den behandelten Mineralstoffen sind noch zahlreiche andere Elemente, zumeist allerdings in äußerst geringen Mengen, in den Pflanzen aufgefunden worden. Die einzelnen Baum- bez. Pflanzenarten nehmen wohl von bestimmten Bestandteilen, — namentlich gilt dies für Kali, Kalk, vielleicht auch Magnesia — regelmäßig reichlichere Mengen auf als andere auf demselben Boden erwachsene (vgl. die lehrreiche Untersuchung von Councler, Zeitschr. f. Forst- und Jagdwesen 1866, p. 417 über Tanne, Fichte und Lärche); aber ein eigentliches Wahlvermögen, durch welches die Pflanze die schädlichen und unschädlichen Mineralstoffe zu trennen vermag, gibt es nicht. Alle diffundierbaren Bestandteile des Bodens werden aufgenommen, wenn auch die verschiedenen Pflanzenarten dies nur in wechselndem Grade vermögen.

Die Menge der aufgenommenen Mineralstoffe ist von dem Reichtum des Bodens, dessen Wassergehalt u. s. w. abhängig, so daß der Aschengehalt einer Pflanzenart ein sehr verschiedener sein kann. Eine Kiefer, auf Basaltboden erwachsen, nimmt ganz andere Mengen von festen Bestandteilen auf, als eine solche auf armem Sandboden erwachsene. Es unterliegt nun keinem Zweifel, daß eine reichlichere Zufuhr von Nährstoffen die Produktion steigert, aber doch nur bis zu einem gewissen Grade; ist dieser erreicht, so lagern sich die Mineralstoffe im Pflanzenkörper ab, ohne für physiologische Zwecke ver-

wandt zu werden: die Pflanze treibt dann Luxuskonsum. Diese Thatsache selbst ist sicher festgestellt worden; namentlich die enorme Anhäufung von Mineralstoffen in den in Wasserkultur erzogenen Pflanzen beweist es. Anderseits ist es außerordentlich schwer und zur Zeit noch fast unmöglich, die geringste zur normalen Entwicklung unbedingt notwendige Menge eines Nährstoffes festzustellen.

Gesetz des Minimums. Die für das Pflanzenleben notwendigen Bedingungen sind also Licht, Wärme, Kohlensäure, Wasser, aufnehmbare Stickstoffverbindungen und die ganze Zahl der notwendigen Mineralstoffe. Das Fehlen oder eine ungenügende Menge irgend einer dieser Faktoren wird die Entwicklung der Pflanze völlig hemmen oder doch erheblich herabsetzen, mögen auch alle andern Verhältnisse noch so günstig sein. Die Entwicklung der Pflanze wird also reguliert durch den Einfluß desjenigen, für die Pflanzenproduktion notwendigen Faktors, der in geringster Menge, im Minimum, vorhanden ist. Die Agrikulturchemie bezeichnet dies als Gesetz des Minimums und spricht letzteres in der Regel so aus: „Der im Minimum vorhandene Faktor der Pflanzenernährung ist maßgebend für die gesamte Größe der Produktion."

Litt. Liebig, Agrikulturchemie 1862. II. Bd. S. 133. Mayer, Agrikulturchemie I. p. 293.

Waldbäume und Mineralstoffe: Für die Verteilung der Mineralstoffe im Baumkörper gelten folgende Sätze:

1. Der Aschengehalt ist in jugendlichen Organen größer, als in älteren; er steigt daher in der Regel mit Abnahme des Durchmessers der Sortimente.

2. Die Rinde ist stets aschenreicher als das zugehörige Holz.

3. Die Blattorgane sind (mit wenigen Ausnahmen) die an Mineralstoffen reichsten Teile des Baumkörpers.

4. Beim allmählichen Absterben einzelner Baumteile findet eine Rückwanderung der wichtigsten Nährstoffe in den Baumkörper statt. Es gilt dies von der Bildung von Borke, vom Absterben von Aesten und im höchsten Maße vom normalen Abfall der Blattorgane. Kali, Phosphorsäure, Magnesia und Stickstoff wandern aus; für Kalk und Kieselsäure hat eine nennenswerte Rückwanderung nicht nachgewiesen werden können.

5. Die Blattorgane werden allmählich während der Vegetationszeit reicher an Gesamtasche, namentlich an Kalk und an Kieselsäure.

§ 35. Verhältnis zwischen Holzkörper, Rindenkörper und den Blattorganen der Waldbäume. (Vgl. Forst- und Jagdzeitung 1883, 1. Heft.) Die alljährlich erzeugte organische Substanz wird nur soweit vom Baume dauernd festgelegt, als sie im Holz und Rindenkörper zur Ablagerung gelangt. Eine sehr erhebliche, oft sogar die überwiegende Menge der durch Assimilation gebildeten Stoffe, geht beim Abfall der Blattorgane dem Baume wieder verloren oder wird durch den Prozeß, welchen man als Atmung der Pflanze bezeichnet, wieder zersetzt. Thatsächlich entspricht also der jährliche Zuwachs lange nicht der gebildeten organischen Substanz.

Ebensowenig gilt dies für die von der Wurzel aufgenommenen Stoffe, die namentlich aus Wasser und den Mineralstoffen bestehen. Betrachtet man nur die letzteren, so werden sie zum Teil im Baumkörper abgelagert und zum Teil bei dem Abfall der Blattorgane dem Boden wieder zugeführt. Tritt auch hierdurch für den letzteren kein Verlust ein, so geht doch dem Baume die geleistete Wurzelarbeit verloren. Um ein Bild von den betreffenden Verhältnissen zu gewinnen, ist es daher notwendig, die einzelnen Teile eines Baumes gesondert zu betrachten.

Das Holz ist der aschenärmste Teil des Baumkörpers, für unsere Baumarten enthält das Holz durchschnittlich etwa 0,3—0,4 % Mineralstoffe; nur wenige Arten wie

Kiefer, Birke, Weymouthskiefer bleiben unter dieser Zahl, noch wenigere wie die wilde Akazie übersteigen diesen Betrag.

Die Rinde ist sehr wechselnd zusammengesetzt, ihr Mineralstoffgehalt schwankt bei den verschiedenen Baumarten außerordentlich; und ebenso schwankt der prozentische Anteil der Rinde an der Gesamtmasse des Baumes, also das Rindenprozent.

In bezug auf den Gehalt an Aschenbestandteilen muß man die Baumarten in borkebildende und glattrindige einteilen. Die Borke ist stets aschenärmer als die entsprechende lebensthätige Rinde. Bei borkebildenden Bäumen wird daher der Gehalt des Rindenkörpers an Mineralstoffen mit zunehmendem Alter abnehmen und in der Regel überhaupt geringer sein, als bei glattschaligen Bäumen. Bei diesen erfolgt fortgesetzt eine weitere Ablagerung von Mineralstoffen, der Gehalt daran wird also mit dem höheren Alter steigen. (Zu der ersten Klasse gehören z. B. Birke, Kiefer, zu der letzteren Buche und Hainbuche.)

Man kann dabei die Baumarten, soweit bisher zu übersehen, in bezug auf ihren Rindenkörper in drei Gruppen bringen, in solche:

a. die sich mit einer Kork- bez. Borkeschicht umgeben; also wesentlich nur Cellulose ablagern,

b. die Kalksalze, namentlich oxalsauren Kalk in der Rinde ablagern, Weißbuche, Esche u. s. w.

c. die Kieselsäure in der Rinde ablagern: Lärche, Rüster.

Natürlich finden sich zwischen diesen Gruppen die mannigfachsten Uebergänge.

Die Blattorgane wechseln in ihrem Mineralstoffgehalt fast noch mehr als die Rinden der Bäume; und ebenso groß sind die Unterschiede in der Menge der Blattmasse für den einzelnen Stamm, also das Blätterprozent. Das letztere gibt einen Maßstab für die Verteilung der jährlich gebildeten organischen Substanz zwischen Baum- und Blattkörper. Soweit die vorliegenden Untersuchungen reichen, werden von den sämtlichen Nadelhölzern (die Lärche ausgenommen), dagegen nur von sehr wenigen Laubhölzern (Erle, Akazie) weniger als die Hälfte, jedoch mehr als ein Viertel für die Blattorgane in Anspruch genommen. Alle übrigen Baumarten verwenden mehr als die Hälfte, in einzelnen Fällen (Esche) sogar $^5/_6$ auf die Blätter, während der kleinere Teil als Zuwachs dem Stamme zufällt.

Noch viel ungünstiger gestaltet sich das Verhältnis für die Mineralstoffe; von diesen werden unter allen Umständen viel mehr in den Blattorganen, als im Stamm abgelagert. Wie groß der Unterschied werden kann, beweist die Untersuchung einer vierzigjährigen Esche, von Henry (Grandeau, Annal. d. stat. agronomig. de l'Est), in welcher nur ein Hundertteil der Phosphorsäure, $^1/_{33}$ des Kalks und nur $^1/_{20}$ der Gesamtreinasche alljährlich dem Stammkörper zugeführt wurde, während der Rest in den Blättern enthalten war.

Aus den vorliegenden Untersuchungen läßt sich mit Sicherheit der Satz ableiten:

Daß die alljährlich aufgenommenen Mineralstoffmengen in erster Reihe durch die Menge und den Gehalt der Blattorgane bedingt werden.

Anspruch, Bedarf und Entzug. Bisher ist nur von der Verteilung der Mineralstoffe im Baumkörper die Rede gewesen, es fragt sich, in wie weit man berechtigt ist anzunehmen, daß die Entwicklung der Bäume von einem gewissen im Boden vorhandenen Maß an Nährstoffen abhängig ist. In der Regel wird, und die Erfahrung bestätigt es, eine Baumart, welche viel Aschenbestandteile zu ihrer Entwicklung bedarf, auch einen reichen Boden beanspruchen. Anderseits darf die verschiedenartige Fähigkeit der Baumarten ihren Bedarf zu decken nicht unterschätzt werden. Eine Akazie (Robinie) kann die bedeutende Menge von anorganischen Bestandteilen, welche sie verlangt, noch auf recht armem Boden befriedigen; sie ist wie die meisten Papilionaceen (man denke an die Lupine) im stande

mit ihrer bedeutenden Wurzelentwicklung den Gehalt des Bodens auszunutzen, wird ihn natürlich aber entsprechend rasch erschöpfen. Das Verlangen einer Baumart nach einer geringeren oder höheren Bodengüte ist daher von dem Verf. als Anspruch bezeichnet worden. Als genügsam wurden die Baumarten bezeichnet, welche nur wenig Mineralstoffe aufnehmen und diese auch einem armen Boden zu entziehen wissen. Der Anspruch bringt also das Verhältnis zwischen Pflanze und Boden zur Anschauung.

Der Bedarf bezieht sich dagegen auf einen Baum als Individuum und bezeichnet die größere oder geringere Mineralstoffmenge, welche zur normalen Entwicklung von Stamm- und Blattkörper verlangt wird.

Der Entzug endlich stellt die Einwirkung des Menschen auf Wald und Boden dar; er bezeichnet die Menge von nutzbaren Mineralstoffen, welche bei der Nutzung der Produkte aus dem Walde ausgeführt wird und so demselben dauernd verloren geht. Die Größe des Entzuges ist daher von der Ausfuhr an Holz, Streu, Gras u. s. w. abhängig.

Die meisten forstlich-chemischen Arbeiten behandeln die Frage des Entzuges der Mineralstoffe, zumeist für ein Jahr und Hektar berechnet. Es ist dabei notwendig, die Produktion der Flächeneinheit, sowie den Gehalt der gewonnenen Produkte zu kennen. Im ersten Abschnitt dieses Werkes[9]) sind von Weber die bis 1881 veröffentlichten Angaben bereits zusammengestellt, in dem folgenden mögen auch die neueren Untersuchungen einen Platz finden, zumal sie eine Unterlage für Berechnungen bieten:

(Tabelle A. Seite 310.)

Von erheblichem Interesse sind die Mineralstoffmengen, welche für Jahr und Hektar dem Boden durch Holznutzung entzogen werden. Bisher lagen genügende Ertragstafeln für die Vornutzungen nicht vor. Erst die Aufstellung derselben hat es ermöglicht, ein Bild für den Entzug an Mineralstoffen zu gewinnen. Der Berechnung sind mittlere Gehalte an Aschenbestandteilen zu grunde gelegt, die als Durchschnittszahlen eine gewisse Berechtigung haben[10]). Es ergibt sich so, daß der Bedarf der Baumarten mit dem Alter erheblich wechselt und zu sehr verschiedenen Zeiten ein Maximum erreicht. Auf besseren Bodenklassen geschieht dies für die Kiefer schon im zwanzigsten Jahre oder noch früher; bei der Fichte etwa im dreißigsten, bei der Buche im 40.—60. Jahre. Durchschnittlich tritt das Maximum des Bedarfes auf geringen Bodenklassen später, als auf den besseren ein.

Um ein Bild der Verhältnisse zu geben, soll hier der Bedarf, bezw. Entzug eines Hektar Kiefernwaldes erster Ertragsklasse bei mittlerem Durchschnittszuwachs folgen in Klgr. (für 1 Jahr und Hektar berechnet):

(Tabelle B. Seite 310.)

Die Thätigkeit lebender Organismen im Boden.

§ 36. Eine hochbedeutsame Einwirkung auf die Umsetzungen im Boden, namentlich die der organischen Substanzen und des Stickstoffes, sowie auch auf physikalische Veränderungen üben die im Boden lebenden Tiere und niedern Pflanzen aus; von den letzteren sind die Spaltpilze am bedeutungsvollsten.

a) Tiere. Unter den hierher gehörigen Tieren mag nur ganz kurz auf den Maulwurf hingewiesen werden, dessen Gänge für Wasserabfluß wie für Bodenlockerung und Verschwemmung der feineren Bestandteile nicht unterschätzt werden dürfen. In ähnlicher, wenn auch weniger ausgedehnter Weise wirken alle höhlenbewohnenden größeren Tiere ein.

Ungleich bedeutungsvoller ist die Thätigkeit der Würmer, vor allen der Regenwürmer. In neuerer Zeit sind darüber eingehende Untersuchungen gemacht worden, nachdem durch

9) 1. Bd. 1. Abtl. S. 61.
10) Zeitschr. für Forst- und Jagdwesen (1887). Augustheft.

Tabelle A.

Ein Festmeter enthält Gramm:	Reinasche	Kali	Natron	Kalk	Magnesia	Eisenoxyd	Manganoxyduloxyd	Phosphorsäure	Schwefelsäure	Kieselsäure
Kiefer 100j. 2. Bodenkl. Dil.Sand										
Scheitholz	1405	255	44	643	166	70	81	73	102	61
Knüppelholz	1898	413	26	849	291	42	85	123	54	15
Reisholz	4837	1112	64	1693	501	501	89	387	154	336
Kiefer 40j. Streufläche										
4. Bodenkl. Knüppelholz . . .	1900	362	37	758	229	145	198	123	—	62
Reisholz	5465	1518	142	1315	686	530	316	775	—	158
Kiefer wie vorige, unberechte Fläche:										
Knüppelholz	1692	302	20	766	201	72	173	97	—	70
Reisholz	6320	1523	217	1837	604	614	521	877	–	260
Fichte 40j. Diluvial-Sand										
Scheitholz	1703	215	7	1178	102	15	26	63	80	24
Knüppelholz	2790	569	36	998	251	51	501	158	42	170
Reisholz	9975	1231	116	4233	546	106	140	648	233	2722
Tanne 40j. Scheitholz . . .	2106	578	17	1065	186	11	27	108	110	59
Knüppelholz	2492	676	18	1242	155	29	37	182	128	25
Reisholz	8121	1422	64	4178	758	75	55	851	489	229
Lärche 40j. Scheitholz . . .	1835	248	19	1158	142	12	23	118	77	38
Knüppelholz	1967	342	16	1117	174	12	46	114	104	42
Reisholz	3178	1238	67	3508	480	81	211	570	215	271
Weymouthkiefer 50j.										
Scheitholz	1128	295	11	437	106	38	12	86	83	55
Knüppelholz	1521	416	15	552	186	48	6	154	112	32
Reisholz	3686	708	75	1611	395	133	8	478	188	92
Esche 35j.										
Scheitholz	2713	887	167	954	365	51	—	254	133	52
Knüppelholz	4883	1819	460	1583	265	15	—	403	302	36
Reisholz	7713	2570	169	2875	526	64	—	1080	340	42
Hainbuche 40j.										
Knüppelholz	5880	710	92	4024	273	69	55	386	219	56
Reisholz	9047	1128	137	5502	312	71	87	740	286	148
Wilde Akazie 30j.										
Scheitholz	11283	1327	126	7917	222	91	249	385	451	515
Knüppelholz	12301	1900	210	8375	233	119	399	493	452	120
Reisholz	15009	2464	250	8836	392	162	1019	1284	735	369
Erle 70j.										
Scheitholz	3191	310	52	2088	147	88	—	264	179	70
Knüppelholz	4679	537	32	3148	271	43	—	388	226	84
Reisholz	9778	1565	84	7024	503	146	—	949	309	198

Tabelle B.

Alter	Reinasche *	Kali	Kalk	Magnesia	Phosphorsäure	Kieselsäure	Stickstoff
20j.	31.800	6.060	15.020	3.060	3.010	1.820	18.570
30j.	28.500	5.350	13.120	2.830	2.640	1.430	16.500
40j.	23.700	4.020	11.200	2.290	1.850	1.100	12.810
50j.	20.950	3.500	10.440	2.070	1.580	0.970	11.350
60j.	19.800	3.220	9.960	1.950	1.460	0.940	10.600
70j.	18.900	3.180	10.140	1.940	1.410	0.950	10.450
80j.	18.000	2.800	9.240	1.750	1.260	0.870	9.390
90j.	16.800	2.580	8.700	1.640	1.160	0.800	8.730
100j.	16.400	2.520	8.460	1.590	1.130	0.780	8.510
110j.	15.500	2.380	8.020	1.510	1.060	0.740	8.040
120j.	14.900	2.300	7.700	1.450	1.030	0.710	7.750

Darwin (Bildung der Ackererde durch die Thätigkeit der Würmer 2c., Stuttgart 1882) die Aufmerksamkeit weiterer Kreise auf den Gegenstand gelenkt worden war. Besonders hervorzuheben sind die Arbeiten von Müller[11]) und Hensen (Zeitschr. f. wissensch. Zoologie Bd. 28 S. 355. 1877).

Der große Regenwurm (Lumbricus terrestris L.) und ein kleinerer Verwandter desselben (L. purpureus, Eisen), den Müller wegen seines fast ausschließlichen Vorkommens in Buchenwaldungen als „Buchenregenwurm" bezeichnet hat, sind am wichtigsten und machen sich namentlich in Wald und Wiese, etwas weniger auf Ackerboden bemerkbar.

Am wenigsten bedeutsam ist wohl noch diejenige Thätigkeit der Regenwürmer, auf welche Darwin vor allen hinweist, indem diese die feinsten Teile des Erdbodens aus der Tiefe an die Oberfläche schaffen. So wenig diese Thatsache zu bestreiten ist, so überwiegt doch in der Natur die Verschwemmung erheblich. Alle Verwitterungsböden des Diluvialmergels z. B. sind in den oberen Erdschichten ärmer an abschlämmbaren Bestandteilen und der obere Diluvialsand enthält davon nur noch geringe Reste, obgleich häufig nachzuweisen ist, daß ursprünglich ein reiner Lehmboden vorgelegen haben muß.

Ungleich wichtiger werden die Regenwürmer durch ihre mechanische Arbeit und durch die Art und Weise ihrer Nahrungsaufnahme, bez. Verdauung. Diese Würmer nähren sich von abgestorbenen Pflanzenresten, verschlingen dabei aber gleichzeitig reichliche Mengen von anorganischen Stoffen (die Exkremente enthalten nach Tuxen 50—60% feste Bestandteile. Tidsskrift for Skovbrug. 3. Bd. 19. und 21. Seite) und geben diese wieder in Form kleiner, zusammengeballter Stücke, nicht unähnlich sehr verkleinerten „Pferdeäpfeln" von sich. Es wird so einmal eine rasche Zersetzung der organischen Stoffe ermöglicht und anderseits wird die bedeutsame Krümelung der Bodenbestandteile stark gefördert. In Gebieten, die sehr reich an Regenwürmern sind, können die Regenwürmerexkremente oft mehr als zollstark die obere Bodenschicht bedecken (Müller a. a. O.).

Eine weitere wichtige Wirkung der Regenwürmer üben die Röhren derselben (beim großen Regenwurm von 1—1½ cm Durchmesser), welche sie bis in erhebliche Tiefen des Bodens anlegen. In der Regel übersteigt die Tiefe derselben nicht ein Meter, jedoch sind schon solche bis zu 2, ja 3 Meter beobachtet worden. Bedenkt man die Menge dieser Röhren, die im frischen Waldboden auf den Quadratmeter oft mehr als hundert betragen, so werden dadurch dem Wasser, wie auch den Wurzeln, die mit Vorliebe diesen Röhren folgen, leicht erreichbare Wege in die Tiefe des Bodens erschlossen.

In Bodenarten mit saurem Humus finden sich keine oder nur sehr selten Regenwürmer; sie scheinen ebensowohl eine günstige Bodenbeschaffenheit zu verlangen, wie sie diese befördern, und namentlich eine innige Mischung der humosen Stoffe mit den mineralischen Bestandteilen herbeizuführen.

b) Niedere Pflanzen, insbesondere Spaltpilze. Die oberen Bodenschichten sind vielfach von Pilzmycel durchzogen. Es ist anzunehmen, daß diese Pilzarten, da sie von organischer Substanz leben und diese zersetzen, eine beträchtliche Einwirkung auf die Umbildung des Humus üben. Viel wichtiger sind jedoch die durch Spaltpilze vermittelten Zersetzungsvorgänge.

Diese verlaufen nach zwei Richtungen, welche von der Abwesenheit oder Gegenwart atmosphärischen Sauerstoffes bedingt sind. Die letzteren sind Oxydationsprozesse und werden als Verwesung, die ersteren Reduktionsprozesse und werden als Fäulnis bezeichnet. Beide sind durch die Gegenwart niederer Organismen bedingt[12]).

11) Die natürlichen Humusformen. Berlin 1887.

12) Eine Darstellung aller hierauf bezüglichen Verhältnisse gibt Wollny, Journal f. Landwirtschaft Bd. 84. 1886. Dort auch Angaben über die hauptsächlichste Litteratur.

a. Die Verwesung besteht in einer Ueberführung der organischen Substanz in Kohlensäure, Wasser und Ammoniak; es werden Kohlenstoff und Wasserstoff in gasförmige Bestandteile bez. in Flüssigkeiten umgewandelt, während die übrigen festen Bestandteile zurückbleiben und zumeist in einer für die Pflanzen leicht aufnehmbaren Form vorhanden sind.

Der Beweis, daß die Verwesung wirklich an die Gegenwart niederer Organismen gebunden ist, wurde geführt, indem die Kohlensäureentwicklung im natürlichen und im „sterilisierten" Boden unter gleichen äußeren Umständen gemessen wurde. In Boden, welchem Quecksilberchlorid zugesetzt oder der auf 115° erhitzt war, wurde die Kohlensäureentwicklung fast vollständig aufgehoben (auf 1 % der ursprünglichen herabgesetzt).

Die bei der Verwesung beteiligten Organismen bedürfen zur vollen Entwicklung der Sauerstoffzufuhr, also einer genügenden Luftmenge, obgleich die Kohlensäureentwicklung auch bei Luftabschluß in geringerem Grade noch fortschreiten kann. Möglicherweise liegen im letzteren Falle jedoch Fäulnisvorgänge vor, welche ebenfalls Kohlensäure zur Abscheidung bringen können.

Ferner ist die Lebensthätigkeit der betreffenden Pilze von der Temperatur abhängig und steigt bis zu einem Optimum mit derselben. Durchschnittlich beträgt die entwickelte Kohlensäure bei 0—10° nur die Hälfte, in Komposterde nur 1/6 der bei 20—30° abgeschiedenen Menge.

Als dritter die Verwesung beeinflussender Faktor ist noch der Wassergehalt zu nennen. In lufttrocknen Böden findet kaum eine Kohlensäureentwicklung statt, eine geringe Zufuhr von Wasser steigert sie jedoch schon beträchtlich; bei höheren Feuchtigkeitsgraden ist dann die Zunahme nur noch eine mäßige, um endlich bei völliger Durchnässung wieder bedeutend herabzugehen.

Endlich bedürfen noch die Spaltpilze zu ihrer Entwicklung mineralischer Nährstoffe und des Stickstoffes. In der Regel geht die Verwesung um so rascher und kräftiger voran, je reicher die Bodenarten an aufnehmbaren Nährstoffen sind. (Salzlösungen stärkerer Konzentration wirken wie auf die höheren Pflanzen, auch auf die Spaltpilze schädigend.) Namentlich sind stickstoffreiche Körper der Zersetzung mehr ausgesetzt als stickstoffarme. Von den anorganischen Stoffen ist namentlich der Kalk von Bedeutung. Aetzkalk wirkt eher ermäßigend auf die Zersetzung ein, seine Bedeutung als Zusatz zu Komposterden beruht mehr auf seiner chemischen Wirkung, indem wasserhaltige Silikate gebildet und so der Boden verbessert wird. Kohlensaurer Kalk steigert die Zersetzung, zumal in Böden, welche saure Reaktion zeigen. Nach Versuchen von Wollny (a. a. O. S. 268) verwesen die Verbindungen der Humusstoffe mit Kalk (humussaurer Kalk) mehr als doppelt so rasch als die reinen Humussäuren. Die Bezeichnung der Kalkböden als „zehrende", d. h. solche, welche die organischen Stoffe zur raschen Zersetzung bringen, findet so eine einfache Erklärung.

Die Verwesung verläuft bei den verschiedenen organischen Stoffen sehr verschieden rasch, die der wichtigeren Stoffe etwa in folgender absteigenden Reihe: Knochenmehl, Fischguano, Geflügelkoth, Getreidestroh, Stallmist, Waldstreu, Torf.

Die Verwesung der Körper geht nicht gleichmäßig voran. In der ersten Zeit erfolgt dieselbe viel rascher, bis die leichter zersetzbaren Stoffe zerstört sind, als später. Für einige Waldstreusorten mögen hier einige Zahlen folgen.

Bei gleicher Menge der verwesenden Stoffe entwickelten sich Volume Kohlensäure:

	Eichenblätter	Buchenblätter	Fichtennadeln	Kiefernnadeln	Sägemehl	Torf
1. Tag	15.913	13.214	15.238	13.924	8.111	5.504
2. "	13.398	10.305	13.140	12.688	7.138	4.571
3. "	6.817	6.652	9.074	10.165	4.527	3.046
4. "	5.832	5.494	8.132	8.632	4.377	2.221
5. "	4.469	3.969	6.946	7.718	4.048	1.731
6. "	4.114	3.386	5.996	6.491	3.502	1.238
Mittel	8.424	7.170	9.421	9.936	5.284	3.052

Eine Entfettung der organischen Stoffe bewirkt keine Steigerung der Verwesung, wohl aber wirken die im Boden, namentlich im Torf und auf geringem Sandboden enthaltenen Harze, die sog. „Erdharze“, in hohem Grade ungünstig ein. Torf von denselben befreit (er enthält in der Regel bis 5 % davon) zersetzt sich doppelt so rasch als im ursprünglichen Zustande. Auf die Gegenwart, bez. die Bildung harzartiger Körper ist vielleicht auch das ungünstige Verhalten des sogenannten „toten oder kohligen“ Humus in dem Sandboden armer Kiefernreviere und der Heiden zurückzuführen.

Mit der Zersetzung der kohlenstoffhaltigen Pflanzenreste verläuft in allen Punkten wesentlich gleichartig die der stickstoffhaltigen Bestandteile des Bodens und die Ueberführung derselben in Ammoniak. Auch hier ist die Angreifbarkeit der vorhandenen Verbindungen zu berücksichtigen. Während einzelne derselben, namentlich Eiweißstoffe, rasch umgewandelt werden, widerstehen andere hartnäckig jedem Angriff. So ist es möglich, daß der Humus stickstoffreicher als die ursprüngliche Pflanzensubstanz ist; Torf enthält oft über 2% gebundenen Stickstoff, und ist trotzdem bei landwirtschaftlichem Betriebe dankbar für eine Stickstoffdüngung, eine Folge der geringen Zersetzbarkeit jener Körper.

Das Ammoniak wird im Boden in Salpetersäure übergeführt und so für die Pflanzen viel leichter aufnehmbar. Viele Gründe deuten darauf hin, daß auch hierbei der Lebensprozeß niederer Organismen eine wichtige Rolle spielt, während es anderseits nicht möglich gewesen ist, bei Reinkulturen der Bodenbakterien eine Umwandlung von Ammoniak in Salpetersäure durch diese herbeizuführen. Auch dies Verhalten gehört noch zu den ungelösten Fragen der Umsetzung, welcher der Stickstoff im Boden unterliegt, wird aber sicher in nicht ferner Zeit einer Entscheidung entgegengeführt werden.

b. Fäulnis. Während bei genügendem Luftzutritt durch eine Oxydation die organischen Stoffe in Kohlensäure, Ammoniak und Wasser übergeführt werden, bilden sich bei Luftabschluß Reduktionsprodukte, namentlich Sumpfgas (CH_4) und Wasserstoffgas neben Kohlensäure. Die stickstoffhaltigen Körper werden in eine große Anzahl von Verbindungen umgesetzt, z. B. in Leucin, Tyrosin, Skatol, Amine, Ammoniak, salpetrige Säure und freien Stickstoff.

Die Fäulnis organischer Stoffe ist auf die Thätigkeit niederer Organismen zurückzuführen. Eine Anzahl derselben ist genauer untersucht und sind ihre Wirkungen in Reinkulturen festgestellt. (Litt. im Journ. f. Landwirtschaft 1886 S. 301.)

Die Kohlensäure wird aus dem Sauerstoffgehalt der organischen Stoffe, sowie durch Reduktion von Nitraten und Metallsalzen gebildet. Namentlich werden Eisenoxydverbindungen reduziert.

Das Sumpfgas und der Wasserstoff entstehen unter Einwirkung bestimmter Bakterienformen. Die Flüssigkeit wird dabei durch Bildung von kohlensaurem Ammoniak etwas alkalisch. Hauptsächlich wird Cellulose hierbei umgewandelt; man bezeichnet daher auch die hierher gehörigen Vorgänge der Zersetzung organischer Reste als Cellulosegährung. Bei dem Auftreten von Wasserstoff entsteht gleichzeitig Buttersäure.

Salpetrige Säure, Stickoxydul und freier Stickstoff werden ebenfalls

durch die Lebensthätigkeit niederer Pilze gebildet. Das Entweichen von Stickstoff ist für die Aufbewahrung des Düngers wichtig, der möglichst dagegen geschützt werden muß.

An die Fäulnisvorgänge schließen sich eng die Bildung von kohlensaurem Ammoniak aus Harnstoff und die Alkoholgährung an; die letztere geht namentlich auch im Kloakenschlamm vor sich. Es ist möglich gewesen, aus solchem den Alkohol abzuscheiden.

Die Humusstoffe.

Litteratur. Mulder, Chemie der Ackerkrume; Detmer, Landwirthschaftliche Versuchsstationen Bd. 14. S. 248. Zahlreiche vereinzelte Angaben, sowie Zusammenstellungen der gesamten Litteratur in Detmer, Bodenkunde 1876 und Mayer, Agrikulturchemie 2. T. 65 S.; wertvolle Beobachtungen in Müller, Tidsskrift for Skovbrug; Senft, Humus, Marsch und Limonitbildungen. — Die beiden ersten Arbeiten enthalten das bisher strenger festgestellte Material über die chemische Zusammensetzung der Humuskörper.

§ 37. Bei der Besprechung der Verwesung und Fäulnis ist schon der Zersetzung organischer Stoffe gedacht. Alle dabei gebildeten, meist dunkel, braun bis schwarz gefärbten Bestandteile werden als „Humus" oder als „humose Stoffe" bezeichnet. Ein einheitlicher Körper ist daher der Humus nicht, sondern die Benennung ist ein Sammelname für verschiedene Stoffe, welche aus der Zersetzung der organischen Reste, namentlich der Cellulose hervorgehen. Die Trennung der einzelnen Humuskörper ist schwierig und die Kenntnis derselben noch sehr wenig fortgeschritten.

Als thatsächlich festgestellt darf man annehmen, daß die gesamten Humuskörper aus der Zersetzung der organischen Stoffe entstehen, eine dunkle Färbung zeigen, in Alkalien aufquellen und teilweise löslich sind, in Säuren dagegen als ziemlich unlöslich betrachtet werden können; daß die Humusstoffe ferner z. T. in reinem Wasser, in schwachen Lösungen von Salzen der Alkalien (einschließlich Ammoniak) etwas löslich, dagegen bei Gegenwart von alkalischen Erden und ihren Salzen unlöslich sind.

Alle humosen Stoffe enthalten ferner Beimischungen von harz- oder fettartigen Stoffen, welche durch Alkohol oder Aether ausgezogen werden können. Die reichlichere Gegenwart derselben in Torf u. s. w., wo sie sich bis zu 5 % finden, kann oft die physikalischen Verhältnisse des Bodens, namentlich die Benetzbarkeit stark beeinflussen (vgl. Grebe, Zeitschr. f. Forst- u. Jagdwesen 1887. S. 157).

Die humosen Stoffe schließen sich in ihrem Verhalten größtenteils an die Kohlehydrate an, enthalten jedoch erheblich weniger Wasserstoff und Sauerstoff, als dies z. B. bei der Cellulose der Fall ist. Nach der Löslichkeit und Unlöslichkeit in Alkalien hat man angenommen, daß die löslichen Bestandteile einen sauren Charakter haben und bezeichnet sie als Humussäuren, die unlöslichen Bestandteile dagegen als Humin. (Mulder unterschied noch braun gefärbte unlösliche Bestandteile, welche namentlich bei mangelndem Luftzutritt, z. B. in hohlen Bäumen entstehen, als Ulmin.)

Genauer untersucht sind nur die Humussäuren, namentlich die Huminsäure; eine völlig amorphe, als Pulver braune, zusammengetrocknet glänzend schwarze Masse, die einmal ausgetrocknet nur sehr schwierig von Wasser gelöst wird. Die Huminsäure enthält etwa 60 % Kohlenstoff, treibt nach Detmer Kohlensäure aus deren Salzen aus, wird aber von stärkeren Säuren ausgetrieben.

Leichter lösliche Humussäuren sind die Quellsäure (Krensäure), deren Salze hell gefärbt sind und die Quellsatzsäure (Apokrensäure), welche braune Salze bildet. Die Alkalisalze beider Säuren sind leicht löslich.

Alle Humuskörper enthalten nicht unerhebliche Beimischungen stickstoffhaltiger organischer Stoffe, von denen sie nur sehr schwierig getrennt werden können. Diese Stoffe sind sehr langsam zersetzbar.

Eine Ablagerung humoser Stoffe in größeren Mengen erfolgt nur bei Gegenwart von Wasser oder bei mangelndem Luftzutritt. Alle Bedingungen, welche die Thätigkeit der

niederen Organismen fördern, vermindern die Humusablagerung. Durch Freistellen der Bestände und die dadurch bewirkte stärkere Erwärmung und Durchlüftung des Bodens wird die Zersetzung der vorhandenen Humusstoffe stark gefördert, durch zu langes Freiliegen auch wohl fast völlig zu Ende geführt, der Boden „hagert aus." Anderseits beweist die Zunahme der humosen Ablagerungen in den kälteren Erdgebieten, namentlich auch im Gebirge, den Einfluß der niederen Temperatur und der meist reichlicheren Niederschläge.

Die Zersetzung der humosen Stoffe wird durch Gegenwart von kohlensaurem Kalk gefördert, namentlich gilt dies für salzartige Verbindungen der Humussäuren und des Kalkes. Kalkreiche Böden werden daher als „zehrende" oder „thätige" Bodenarten bezeichnet.

Da eine strengeren wissenschaftlichen Anforderungen entsprechende Einteilung der Humuskörper zurzeit noch nicht möglich ist, so hat eine erfahrungsmäßige Gliederung derselben Berechtigung.

Man unterscheidet milden Humus (Mull), aus der Zersetzung der Blätter und Nadeln der Waldbäume, der Astmoose und Süßgräser gebildet; meist von geringer Mächtigkeit und in seinen tieferen Schichten völlig in eine gleichmäßig feinerdige Masse von neutraler oder schwach alkalischer Reaktion (das letztere infolge eines geringen Gehaltes von kohlensaurem Ammon) übergehend. Der milde Humus ist für das Gedeihen des Waldes von großer Wichtigkeit; ist man auch vielfach noch nicht in der Lage die Gründe seiner Wirksamkeit angeben zu können, so kann man sich doch der Einsicht nicht verschließen, daß ein Gehalt an mildem Humus die Waldvegetation in hohem Maße günstig beeinflußt. Viele Wirkungen des Unterbaues, namentlich von Buchen, hat man wohl auf die humosen Stoffe zurückzuführen.

Saurer Humus. Unter diesem Namen bezeichnet man alle Humusbildungen, welche bei reichlicher Gegenwart von Wasser entstehen und die vielfach eine saure Reaktion haben. Namentlich die Moor- und Heidegebiete sind reich an derartigem „saurem" Humus.

Wildhumus bezeichnet dickere Anhäufungen halbzersetzter, faseriger humoser Massen, die überwiegend der Bodendecke, namentlich Farnkräutern, Heidelbeere und Gräsern ihre Entstehung verdanken.

Andere Bezeichnungen gewisser Humusformen sind noch Heidehumus, aus Heide, Ledum und anderen Heidepflanzen gebildet; kohliger Humus, zumeist auf trockenen Sandböden von dunkler Farbe und schwierig zersetzbar.

Die völlige Umbildung der Humusstoffe in Kohlensäure und Wasser erfolgt verhältnismäßig rasch, wenn eine Mengung mit Mineralboden erfolgt; es wird so ein gleichmäßiger Feuchtigkeitszustand geschaffen, welcher die Zersetzung befördert. Von großer Wichtigkeit ist hierbei der Gehalt der Bodenarten an Mineralstoffen; in Sandböden geht die Grenze der humosen Schicht immer mit der Verwitterungszone des Bodens parallel. In den oberen völlig verwitterten Lagen ist Humus mehr oder weniger beigemischt; in den tieferen noch unzersetzten oder wenig zersetzten Schichten dagegen fehlen deutlich unterscheidbare Humusreste.

§ 38. Die Bodenbedeckung.

Unter dem Begriff der Bodenbedeckung ist hier alles zusammengefaßt, was sich über der obersten zusammenhängenden Bodenschicht findet, in welcher die Wurzeln der Pflanzen sich verbreiten.

Die Bodenbedeckung kann daher aus Pflanzen bestehen, wie Gräser, Heide, Moos; aus Pflanzenresten (Blatt- und Nadelstreu) und endlich aus anorganischen Stoffen (Steine, lockere Erdschichten).

Eingehende Untersuchungen über diese Fragen finden sich in Wollny, Einfluß der Bodendecke u. s. w. Berlin 1877 und in Forschungen der Agrikulturphysik. Die hauptsäch-

lichsten Punkte sind von Bühler in diesem Handbuche (IX. b. Bd. I. 2. S. 266 ff.) gesondert behandelt, es kann daher hier nur eine kurze Ueberſicht folgen, dort finden sich auch die übrigen Litteraturangaben.

Die Einwirkung der Bodendecke ist namentlich für Temperatur und Feuchtigkeitsgehalt des Bodens, sowie für die Erhaltung einer günstigen physikalischen Struktur (Krümelstruktur) von Bedeutung.

Der Wassergehalt wird vermindert durch jede Pflanzendecke. Der Wasserverbrauch der Pflanzen ist um so höher, je größer die Blattfläche ist. Dem entsprechend ist der Boden unter Gräsern und blattreichen Kräutern trockener, als im nackten Zustande; er enthält den höchsten Wassergehalt bei Bedeckung mit leblosen Gegenständen (Steinen, Nadel- und Blattstreu, lockerem Boden), denen sich in mancher Beziehung nicht zu mächtige Moosrasen anschließen,

Ueberträgt man diese Grundsätze auf die Verhältnisse des Waldbodens, so werden, entsprechend dem geringeren Wasserverbrauch der Nadelhölzer, geschlossene Fichten- und Kiefernbestände etwas reicher an Wasser sein, als gleichalterige Laubholzbestände, z. B. Buchenwald. Es gilt dies aber nur so lange, als der Bestand geschlossen ist; sobald eine Lichtung eintritt, so beeinflußt der dann vorhandene Graswuchs den Gehalt an Bodenfeuchtigkeit in hohem Maße. So war ein mit Buchen unterbauter Kiefernbestand bis zum Absterben des Grases, also der ersten Hälfte der Vegetationszeit, erheblich wasserreicher; in der zweiten Hälfte ausgesprochen trockener, als ein reiner Kiefernbestand. (Vgl. Ramann, Forschung d. Agrikulturphysik, Bd. 8 S. 67.)

Auf Flächen, von denen regelmäßig Streu genutzt wird, sind die Wasserverhältnisse bisher noch sehr wenig untersucht worden. Eine große Zahl von Einzelbeobachtungen ergab für eine jährlich berechte Fläche eines geringen Sandbodens im Anfange der Vegetationszeit (Mai, Anfang Juni) einen etwas geringeren, in der ganzen übrigen Zeit einen höheren Wassergehalt, als auf der unberechten Fläche. Es ist dies auf die Wirkung der allmählich fallenden Streu zurückzuführen, welche eine schwache, die Verdunstung jedoch erheblich herabsetzende Bodendecke bildet und doch jedem Niederschlag das Eindringen in den Boden ermöglicht. Die geschlossene Moosdecke dagegen verdunstet relativ mehr Wasser und läßt namentlich geringe Niederschlagmengen nicht mit dem Boden in Berührung kommen. Unter solchen Verhältnissen muß daher die Wasserbilanz zu gunsten des berechten Bodens ausfallen (vgl. Ramann, Zeitschr. f. Forst- u. Jagdwesen 1883 p. 645). Auf besserem graswüchsigem Boden werden wahrscheinlich andere Verhältnisse eintreten und wird ein Einfluß der Streuentnahme auf den Wassergehalt des Bodens wohl schwerlich nachgewiesen werden können. Beobachtungen stehen zurzeit noch aus.

Die Einwirkung der Bodendecke und der Vegetation erstreckt sich je nach der Wurzelausbreitung in verschiedene Tiefen. Unter den Gewächsen der Bodenflora treiben namentlich die Grasarten ihre Wurzeln in erhebliche Tiefen und vermögen so den jüngeren Bäumen das Wasser zu entziehen und sie in ihrer Entwicklung zurückzuhalten. Durch den hohen Wasserverbrauch gehören die Gräser zu den schlimmsten Feinden der jugendlichen Baumpflanzen.

Einer leblosen Bodenbedeckung entspricht endlich auch eine durch Lockerung der Oberfläche von den tieferen Bodenschichten getrennte Erdschicht. Jede Bodenbearbeitung, namentlich aber eine oberflächliche Lockerung während der Vegetationszeit (Behacken, Behäufeln), steigert daher den Wassergehalt des unterliegenden Bodens.

Von den hauptsächlich in Frage kommenden Bodenbedeckungen läßt sich das folgende angeben (Wollny, Forschungen Bd. 7 S. 320).

Erdstreu (Torf, Lehm, Sand) verdunstet erheblich größere Wassermengen, als abgestorbene Pflanzenteile;

von diesen haben die Moosarten die höchste Verdunstung, dann folgen Stroh und die Nadelstreu; die Laubstreu verliert am wenigsten Wasser.

Auch das Aufbringen einer anderartigen Bodenschicht auf Kulturböden beeinflußt den Wassergehalt erheblich. So wird durch Sandschichten auf Moorboden die Verdunstung erheblich herabgesetzt, oft um mehr als zwei Drittel und werden dadurch während der Vegetationszeit dem Boden die nötigen Feuchtigkeitsmengen erhalten.

Was die Temperaturverhältnisse des Bodens betrifft, so ist auf diese die Bodenbedeckung von erheblichem Einfluß. Lebende Pflanzen wie abgestorbene oder leblose Streubedeckung wirken als eine die Wärmeleitung hemmende Schicht. Bedeckter Boden ist daher in der kalten Jahreszeit wärmer, in der warmen kälter als nackter Boden. Von Wichtigkeit ist namentlich noch, daß während der Vegetationszeit durch Bodenbedeckung eine gleichmäßigere Temperatur erhalten wird und schädliche Extreme abgeschwächt werden. (Vgl. Wollny, Forschungen d. Agrikulturphysik Bd. 6 S. 197.)

Die Bodenbedeckung hat endlich noch Einfluß auf den Kohlensäuregehalt der Bodenluft und auf die Verwitterung. Man kann die hierfür giltigen Regeln dahin zusammenfassen, daß in brachliegenden bez. nackten Böden der Kohlensäuregehalt in viel höherem Grade steigt, als in einem mit Pflanzen bestandenen, und zwar um so stärker, je dichter die Pflanzen stehen. (Wollny, a. a. O., Bd. 3 S. 1.)

Da einerseits der nicht bestandene Boden mehr Wasser enthält als der bestandene, anderseits unter den natürlichen Verhältnissen der erstere mehr Kohlensäure enthält, so schreitet dementsprechend die Verwitterung rascher voran, als in bestandenen Böden. Hierauf, sowie auf physikalische Lagerungsverhältnisse, und die Ansammlung von Wasser ist der günstige Einfluß der Brache im landwirtschaftlichen Betriebe zurückzuführen.

Die Einwirkung der Streunutzung auf Waldboden ist bisher in genügender Weise nur für Sandböden untersucht. Alle hierauf bezüglichen Beobachtungen stimmen darin überein, daß durch Streunutzung eine hochgradige Verarmung des Waldbodens an löslichen Mineralstoffen eintritt. (Stöckhardt, Landwirtschaftl. Versuchs-Stationen 7, S. 235. Hanamann, Vereinschr. d. böhmisch. Forstvereins 1881 S. 48. Ramann, Zeitschr. f. Forst- u. Jagdwesen 1883 S. 577 u. 633.) Eingehende Untersuchungen des letzteren haben gezeigt, daß der Mineralstoffverlust in erster Reihe durch die auswaschende Wirkung der Regen- und Schneewässer herbeigeführt wird. Ein Schluß, der im vollen Maße auch aus den anderen Beobachtungen abzuleiten ist. Gleichzeitig wurde noch gezeigt, daß nicht eine verminderte Verwitterung die Ursache der Verarmung war, sondern daß auch die unlöslichen Bestandteile des Bodens erheblich an Menge verloren hatten.

§ 39. Bodenmächtigkeit.

Litteratur. Grebe, Bodenkunde S. 172. v. Liburnau, Grund und Boden S. 223. Orth, geognostisch-agronomische Kartierung &c. Berlin 1875.

Der Boden ist nur bis zu einer gewissen Tiefe für die Pflanzenwurzeln durchdringbar. In dem aus Verwitterung anstehender Gesteine hervorgegangenen Boden ist in der Regel in mäßiger Tiefe das Grundgestein vorhanden und nur einzelne Spalten eröffnen den Wurzeln den Zugang zu größeren Tiefen. In den Bodenarten, welche aus lockerem Material aufgebaut sind (Schwemmlandsböden), ist es häufig das Grundwasser, welches einen Abschluß der Wurzeln nach unten bildet.

Je nach der Mächtigkeit der Bodenschicht, welche den Pflanzen leicht zugängig ist, unterscheidet man:

sehr flachgründig, Bodenschichten bis 0,15 m Tiefe,
flachgründig 0,15—0,3 m tief,

mitteltief 0,3—0,6 m tief,
tiefgründig 0,6—1,2 m tief,
sehr tiefgründig über 1,2 m tief.

Zahlreiche Untersuchungen haben nun gezeigt, daß die hauptsächliche Wurzelentwicklung der Waldbäume bis zu einer Tiefe von ein oder zwei Meter erfolgt, obgleich einzelne Wurzeln sehr viel tiefer einzudringen vermögen (Beobachtungen bei Eberswalde ergaben 6—10 m Tiefe). Die Bodenschichten, welche regelmäßig von Baumwurzeln durchsetzt werden, bezeichnet man als „Wurzelbodenraum". Die Ausbildung der Schichten desselben ist besonders zu berücksichtigen. In allen in guter Kultur befindlichen Waldböden ist die oberste Schicht mehr oder weniger stark von Humus durchsetzt und dadurch im feuchten Zustande von dunklerer, grauer oder schwärzlicher Farbe. In dieser Schicht, sowie in oder zwischen dem darauf liegenden Humus erfolgt die Keimung und erste Entwickelung der jungen Pflanzen, sowie eine starke Ausbreitung der Wurzeln, welche hier reichlich, aus der Verwesung der Streu hervorgehend, lösliche Nährstoffe finden.

Unterhalb der humosen Schicht lagert der „rohe Mineralboden", ebenfalls noch zahlreich von Wurzeln durchsetzt, aber durch den fehlenden Humusgehalt und zumeist auch durch braune oder gelbe Farben ausgezeichnet. Die tieferen Bodenlagen werden dann als „Untergrund" bezeichnet. Man stellt demselben die erstgenannten Schichten als „Oberboden" entgegen. In der bodenkundlichen Litteratur ist der letztere Ausdruck im verschiedensten Sinne gebraucht worden und zumeist einer schärferen Erklärung unzugängig. Hier sind unter „Oberboden" die durch Verwitterung und Humusbeimischung wesentlich veränderten oberen Bodenschichten verstanden.

Der Untergrund kann bis in größere Tiefen einheitlich sein, z. B. Felsgesteine, Sandablagerungen (im Diluvium und Tertiär) oder er kann wechselnd zusammengesetzt sein, indem z. B. Schichten von Schotter, Thon mit festen Gesteinsschichten oder Sanden wechsellagern. Nach dem Reichtum an unverwitterten Gesteinsmassen des Untergrundes bezeichnet man denselben als „nachschaffend" und „nicht nachschaffend". Thatsächlich ist jeder Boden nachschaffend, da auch im ärmsten Sandboden durch Verwitterung immer noch Nährstoffe frei werden. Anderseits ist es aber von hoher Wichtigkeit für die Beurteilung eines Bodens, festzustellen, ob ein an Mineralstoffen reicher oder armer Untergrund vorhanden ist, da hierdurch die Nachhaltigkeit des Bodens in bezug auf Lieferung der Mineralstoffe wesentlich mitbedingt wird.

Die größte Bedeutung gewinnt der Untergrund in bezug auf die Wasserführung. Je nach Durchlässigkeit und Undurchlässigkeit des Untergrundes ist häufig die Bodengüte eine ganz verschiedene. Der günstigste Fall tritt ein, wenn ein undurchlässiger Boden (Thon- oder schwerer Lehmboden) von durchlässigen Schichten unterlagert wird, oder wenn das umgekehrte Verhältnis statt hat. Als eine Schicht des Untergrundes kann endlich auch das Grundwasser betrachtet werden. Steht dasselbe in mäßiger Tiefe an, namentlich gilt dies für die ärmeren Sandböden, so kann dadurch die ganze Waldvegetation stark beeinflußt werden.

Bodenuntersuchungen sind daher, wenn irgend möglich, bis auf das anstehende Gestein oder bis zum Grundwasserspiegel zu führen. Ist dies jedoch nicht ausführbar, so soll mindestens eine Tiefe von zwei Meter erreicht werden. Die geologisch-agronomischen Aufnahmen im preußischen Flachland gehen ebenfalls bis zu dieser Tiefe. Zur Ausführung von Orientierungsarbeiten sind die in der geologischen Landesanstalt benutzten einfachen Bohrer sehr zu empfehlen. Genauere Untersuchungen für forstliche Zwecke bedürfen jedoch der Bodeneinschläge.

Sehr passend und einfach sind die Bodenprofile in der Form anzugeben, welche von der preußischen geologischen Landesanstalt für das Flachland gewählt ist. Eine Uebertragung

derselben für allgemeinere Verhältnisse ist von Schütze (Zeitschr. f. Forst- und Jagdwesen 1880) angegeben. Andere Litteratur über Bodenprofile bieten namentlich noch Orth, die geognostisch-agronomische Kartierung ꝛc. Berlin 1875, und die auf das Flachland bezüglichen Abhandlungen der geologischen Landesanstalt von Preußen, namentlich Berendt, Nordwesten Berlins, und Laufer und Wahnschaffe, Untersuchungen des Bodens der Umgegend Berlins 1881.

Anhang: Bodenflora.

§ 40. Wenn auch die Untersuchungen der Pflanzenphysiologen nachgewiesen haben, daß die meisten Pflanzen auf den verschiedensten Bodenarten zu gedeihen vermögen, vorausgesetzt daß die Konkurrenz anderer Pflanzen ferngehalten wird, so ist doch die gesamte Flora und das reichliche Auftreten gewisser Arten ein vorzügliches und leicht übersehbares Hilfsmittel für die Bestimmung des Bodenwertes, bezw. der Standortsgüte. Es ist hierfür jedoch niemals das vereinzelte Auftreten irgend einer sonst sehr charakteristischen Art als maßgebend anzusehen, sondern immer der Gesamtcharakter der Bodenflora zu berücksichtigen.

Man kann die hier in Frage kommenden Arten als Kalkpflanzen, Sandpflanzen, und Humuspflanzen aufführen, an welche sich noch einige Arten für Thonboden und die Salzpflanzen anschließen.

1. Kalkpflanzen. Die Flora aller kalkreichen Bodenarten ist eine sehr charakteristische. Von den Holzpflanzen gehören zu den als „kalkstet" bezeichneten Sorbus Aria und S. torminalis; Viburnum Lantana, sodann in minderem Grade die Pyrus und Crataegusarten, Prunus Mahaleb, Cotoneaster vulgaris, Rosenarten. Von Kräutern und Gräsern findet sich eine sehr große Zahl, darunter sind hervorzuheben: Orchideen (O. militaris, Cypripedium Calceolus); Anemone hepatica und A. sylvestris; Bupleurum longifolium und falcatum; zahlreiche Papilionaceen (Onobrychis sativa, Anthyllis vulneraria, Medicagoarten); von Gräsern namentlich Melica ciliata; Stipa pennata und Sesleria coerulea.

2. Sandpflanzen sind zum Teil in ihrem Vorkommen auf den fliegenden Sand, namentlich Dünensand, beschränkt, so Ammophila arenaria und Elymus arenarius. Allgemein auf Sand verbreitet sind viele Gräser, darunter Festuca ovina und duriuscula; Aira canesceus und praecox; Agrostisarten; sodann Carex arenaria; Plantago arenaria; Gnaphalium arenarium; Spergula arenaria; von den Holzpflanzen Hippophaë rhamnoides und vor allem die Heide, Erica vulgaris.

3. Humuspflanzen, denen die Schlagpflanzen angereiht werden können. Die Schlagpflanzen finden sich in den ersten Jahren nach größeren Kahlschlägen, auf denen sie oft in ungeheurer Verbreitung auftreten, um beim Anwachsen des Bestandes wieder zu verschwinden. Alle ächten Schlagpflanzen zeichnen sich durch reichlichen und leicht beweglichen Samen aus. Es gehören zu denselben: Senecio Jacobaea und sylvaticus; Epilobium angustifolium; Digitalis purpurea; Linaria vulgaris; Hypericum perforatum.

Die eigentlichen Humuspflanzen kann man in eine Reihe von Unterabteilungen bringen. So auf dem milden Humus namentlich der Buchenwälder: Asperula odorata; Convallaria majalis; Asarum europaeum.

Von Gräsern Melica uniflora und M. nutans. Auf mehr saurem Buchenhumus findet sich häufig Trientalis europaea.

Auf wenig zersetztem Waldhumus finden sich ferner Impatiens nolitangere; Mercurialis perennis; Paris quadrifolia; Atropa belladonna; Daphne Mezereum.

Diesen Humuspflanzen, denen man noch die große Zahl der Süßgräser (die meisten

Gramineen) zuzählen kann, steht die Flora der sauren, d. h. feuchten bis nassen Moorböden gegenüber, von denen sich noch die eigentliche Hochmoorflora scheidet.

Die Flora der sauren Moore (Grünlandsmoore) umfaßt namentlich Scirpus-, Juncus- und Carexarten, sodann Molinia coerulea und manche Ranunculus, namentlich R. ficaria und repens; Pinguicula vulgaris; Parnassia palustris; Ledum palustre; Vaccinium uliginosum.

Für die Hochmoore sind charakteristisch von den Moosen die Sphagnumarten, namentlich Sph. cymbifolium und acutifolium; von den höheren Pflanzen Eriophorum angustifolium; Schoenus albus; die Droseraarten; Andromeda polyfolia, Erica tetralix, Vaccinium oxycoccus.

Für Thonboden, bezw. strengen Lehm kann man nur Tussilago farfara angeben.

Auf salzhaltigen Böden, bezw. am Seestrande findet sich wieder eine eigenartige Flora, von der hier nur Glaux maritima, Samolus Veillandi; Plantago maritima; Aster tripolium und Salicornia herbacea angeführt werden mögen.

V.

Forstbotanik.

Grundriß der speziellen Morphologie der deutschen Bäume und Sträucher, der wichtigsten Arten der Waldbodenflora, sowie der baumverderbenden Pilze *).

Von

Chr. Luerssen.

Litteratur. 1. Allgemeine Systematik. Außer den in §§ 1 u. 2 zitierten Schriften sind als Nachschlagwerke zu benutzen: Luerssen, Handbuch d. system. Botanik, 2 Bde., Leipzig 1879/82. — Goebel, K., Grundzüge d. System. u. speziellen Pflanzenmorphologie, Leipzig 1882. — Drude, O., Die systemat. u. geograph. Anordnung d. Phanerogamen. In „Encyklopädie der Naturwissenschaften", Handbuch d. Bot. von Schenk, III, 2. Abth. S. 175 u. folg. — G. Bentham et J. D. Hooker, Genera plantarum, 3 Bde., London 1867/83. — H. Baillon. Histoire des plantes. Paris seit 1867 (bis jetzt 8 Bde. mit zahlr. Holzschn., wird fortgesetzt). — E. Le Maout et J. Decaisne, Traité général de botanique descriptive et analitique. Mit 5500 Holzschn., 2. Aufl. Paris 1876. — De Candolle, Prodromus systematis naturalis regni vegetabilis. 17 Bde. Paris 1824/73 und als Supplemente: Monographiae Phanerogamorum. Paris seit 1878 (5 Bde.). — Engler u. Prantl, Die natürlichen Pflanzenfamilien nebst ihren Gattungen u. wichtigeren Arten, insbesondere der Nutzpflanzen. Leipzig 1877. (Im Erscheinen begriffen, wird 5 Bde. mit mehreren Tausenden vorzüglicher Holzschnittfiguren umfassen.)

2. **Forstbotanik** u. **Dendrologie**: F. Guimpel, K. L. Willdenow u. F. G. Hayne, Abbildung d. deutsch. Holzarten, 2 Bde. mit 216 kol. Taf. Berlin 1815/20. — F. Guimpel, F. Otto u. F. G. Hayne, Abbildung d. fremden in Deutschland ausdauernden Holzarten. Mit 144 kol. Taf. Berlin 1819/30. — Th. Hartig, Vollständige Naturgesch. d. forstl. Kulturpfl. Deutschl. Mit 120 Taf. (kol. u. schwarz). Berlin 1851. (Neuer Abdruck, Leipzig 1886). — J. C. Loudon, Arboretum et fruticetum britannicum, or the trees and shrubs of Britain, native and foreign, hardy and half-hardy. 8 Bde. mit 412 Taf. u. zahlr. Holzschnittfiguren (schwarz u. kol.). London 1838. Auszug daraus unter dem Titel »An Encyclopaedia of trees

---

*) So wichtig auch allgemeine Morphologie, Anatomie und Physiologie für den Forstmann sind, wurden dieselben — des Raumes wegen — doch redaktionell von der „Forstbotanik" ausgeschlossen. Zur Ausfüllung dieser Lücke sei auf: — J. v. Sachs, Vorlesungen über Pflanzenphysiologie, Leipzig 1882; — Pfeffer, Pflanzenphysiologie, 2 Teile, Leipzig 1881; — von kleineren Werken auf: J. Wiesner's Elemente der Anatomie u. Physiol. d. Pflanzen, Wien 1881; — Luerssen, Grundzüge d. Botanik, 4. Aufl. Leipzig 1885 — verwiesen. Dagegen konnte Verf. es sich nicht versagen, die forstlich wichtigen Pilze und deren Entwickelungsgeschichte etwas spezieller, die wichtigsten Vertreter der Waldbodenflora kurz in den Text einzureihen, statt dieselben als anhangsweises Verzeichnis zu geben. Dadurch und weil zur Erläuterung der Verwandtschaftsverhältnisse auch manche nicht direkt „forstlich wichtige" Gruppen herangezogen werden mußten, wurde es ermöglicht, statt der sonst wohl üblichen skeletartigen eine fortlaufende systematisch-entwickelungsgeschichtliche und möglichst lesbare Darstellung geben zu können.

[illegible] Holzschn. London 1842. — K. Koch, Dendrologie. Bäume, Sträucher u. [illegible] welche in Mittel- und Nordeuropa im Freien kultiviert werden. 3 Bde. Erlangen [illegible], Deutsche Dendrologie. System. Uebersicht, Beschreib., Kulturanweis. u. [illegible] in Deutschl. ohne oder mit Decke aushaltenden Gehölze. Mit 283 Holzschn. Berlin [illegible] mäßler, Der Wald. Dritte Aufl. v. M. Willkomm, mit 84 Holzschn. und [illegible] deutscher Waldbäume. Leipzig 1881. (Die Kupferstiche mit begleitendem Texte [illegible] unter dem Titel „Charakterbilder deutscher Waldbäume". Leipzig 1881). — A. Mathieu, Flore forestière. Description et histoire des végétaux ligneux, qui croissent spontanément en France. 3. Aufl. Nancy u. Paris 1877. — M. Willkomm, Forstliche Flora von Deutschland u. Oesterreich oder forstbot. u. pflanzengeogr. Beschreib. aller im deutschen Reiche u. österr. Kaiserstaate heimischen u. im Freien angebauten oder anbauungswürdig. Holzgew. Mit zahlr. Holzschn. 2. Aufl. Leipzig 1887. — M. Willkomm, Deutschl. Laubhölzer im Winter. Mit zahlr. Holzschn. 3. Ausgabe. Dresden 1880. — A. Pokorny, Plantae lignosae imperii austriaci. Oesterr. Holzpfl. Eine auf genaue Berücksicht. d. Merkmale d. Laubblätter gegründete floristische Bearb. aller im österreich. Kaiserst. wild wachsenden oder häufig kultivierten Bäume, Sträucher und Halbsträucher. Mit 1560 Blattabdrücken. Wien 1864. — H. Nördlinger, Deutsche Forstbotanik; 2. Bd. die einzelnen Holzarten. Mit zahlr. Holzschn. Stuttgart 1876. — J. T. Ch. Ratzeburg, Die Standortsgewächse u. Unkräuter Deutschl. u. der Schweiz in ihren Beziehungen zu Forst-, Garten- u. Landwirtschaft. Berlin 1859.

3. **Pflanzengeographie u. Phytopaläontologie.** A. de Candolle, Géographie botanique raisonnée. Paris 1855. — A. Grisebach, Die Vegetation der Erde nach ihrer klimatischen Anordnung. 2 Bde. Mit Karte. 2. Aufl. Leipzig 1884. — A. Engler, Versuch einer Entwickelungsgeschichte d. Pflanzenwelt, insbesondere der Florengebiete seit der Tertiärperiode. 2 Teile mit 2 Karten. Leipzig 1879/82. — O. Drude, Die Florenreiche der Erde. Ergänzungsheft Nr. 74 zu Petermann's geogr. Mitteil. Mit 3 Karten. Gotha 1884. — O. Drude, Die systematische u. geographische Anordnung der Phanerogamen. In „Encyklopädie d. Naturwissensch". I. Abteil. Handb. d. Botanik, Bd. 3. Abteil. 2, S 412 u. folg. — F. Unger, Geologie d. europ. Waldbäume. 2 Teile. Graz 1870. — A. de Candolle, Der Ursprung d. Kulturpflanzen. Deutsch v. E. Goeze. 64. Bd. d. internation. wissensch. Bibliothek. Leipzig 1884.

4. **Floren** (allgemeine deutsche): H. G. L. u. G. H. Reichenbach, Icones florae germanicae et helveticae. 22 Bde. mit ca. 3000 Taf. Leipzig 1834/85. (Die wohlfeilere deutsche, halbkol. Ausgabe unter dem Titel „Deutschlands Flora".) — W. D. J. Koch, Synopsis Florae germanicae et helveticae. 3. Aufl. Leipzig 1857. — M. Willkomm, Führer ins Reich d. Pflanzen Deutschlands, Oesterreichs u. d. Schweiz. 2. Aufl. mit 7 Taf. u. 805 Holzschn. Leipzig 1882. — A. Garcke, Flora v. Deutschl. 15. Aufl. Berlin 1885.

5. **Pflanzenkrankheiten** (und speziell Baumkrankheiten): A. B. Frank, Die Krankheiten d. Pflanzen. Ein Handbuch für Land- u. Forstwirte 2c. Mit 149 Holzschn. Breslau 1880. (Im Auszuge „Die Pflanzenkrankheiten" in der Encyklopädie d. Naturwissensch. I. Abt. Handb. d. Bot. v. Schenk, 1. Bd. S. 327—570.) — P. Sorauer, Handbuch d. Pflanzenkrankh. 2. Aufl. Berlin 1886 (2 Bde. mit 37 Taf. u. 82 Holzschn.). — J. Kühn, Die Krankheiten d. Kulturgewächse. 2. Aufl. Berlin 1859. — R. Hartig, Lehrb. d. Baumkrankh. Mit 11 Taf. u. 86 Holzschn. Berlin 1882. — R. Hartig, Wichtige Krankh. d. Waldbäume. Mit 6 Taf. Berlin 1874. — R. Hartig, Die Zersetzungserscheinungen d. Holzes d. Nadelhölzer u. d. Eiche. Mit 21 Taf. Berlin 1878.

Weitere und spezielle Litteratur wird an den betreffenden Orten zitiert werden.

Einleitung.

Die wichtigsten natürlichen Systeme.

§ 1. Die Aufstellung eines Systemes des Pflanzenreiches kann nach zwei wesentlich verschiedenen Gesichtspunkten erfolgen. Legt man die verschiedenartige Ausbildung nur eines einzigen Organes nach Zahl, Stellung, Form, Verwachsungen 2c. zu grunde, so führt eine solche nach vorgefaßten Einteilungsprinzipien durchgeführte Gruppierung zu einem künstlichen Systeme, das zwar die Auffindung resp. das Bestimmen der Formen wesentlich erleichtern kann, andererseits aber in zahlreichen Fällen nahe verwandte Gattungen oder höhere Gruppen auseinanderreißt und in weit entfernte Abteilungen stellt, nicht Verwandtes in derselben Abteilung bunt vereinigen muß. Zur Erläuterung dessen mag das immerhin beste und daher vielfach noch angewendete, auf das Verhalten der Sexualorgane (in erster Linie der Staubgefäße) begründete Linné'sche Sexualsystem angeführt werden, das z. B. in seiner 5. Klasse (Zwitterblüten mit 5 freien Staubgefäßen) Asperifoliaceen, Solanaceen, Campanulaceen, Violaceen, Balsamineen, Rhamnaceen, Ulmaceen, Umbelli-

feren etc. nebst verschiedenen ihrem Familienverbande entrissenen Einzelgattungen vereinigt.

Solchen künstlichen Systemen gegenüber berücksichtigen die wissenschaftlich allein berechtigten natürlichen Systeme die wahre Verwandtschaft, die durch den Grad der Abstammung bedingte größere oder geringere Aehnlichkeit der Organismen nach dem gesamten — äußeren wie inneren — Bau und der Entwickelungsgeschichte, wobei die Fortpflanzungsorgane und die Art ihrer Funktion allerdings und sehr natürlich vielfach in den Vordergrund treten müssen. Daß es nach solchen Prinzipien nur ein einziges natürliches System der Pflanzen geben und daß dasselbe nicht durch die in den Büchern übliche kettenartige Aneinanderreihung seiner Glieder zum Ausdrucke gebracht werden kann, daß vielmehr die großen Reihen und ihre Gruppen bis zu den Gattungen und Arten hinauf sich zu sehr verschiedenen Zeiten von den Hauptästen ihres gemeinsamen Stammes abgezweigt haben müssen, darüber lassen die Ergebnisse der wissenschaftlichen Untersuchungen der letzten Jahrzehnte keinen Zweifel. Dieselben Untersuchungen zeigen uns aber auch, daß wir wegen der sehr lückenhaften Kenntnis der Gesamtentwickelung der lebenden Pflanzenwelt, und also in viel höherem Grade der ausgestorbenen Formen, von der Aufstellung des einzigen natürlichen Systems zur Zeit noch weit entfernt, daß alle bis jetzt vorliegenden natürlichen Systeme nur unvollkommene Annäherungsversuche sind und daß selbst das beste, d. h. dem jeweiligen Stande der Wissenschaft am meisten Rechnung tragende System mit der Vervollkommnung unserer Kenntnisse einer stetigen Abänderung unterworfen sein wird.

§ 2. Hatte auch bereits gegen Ende des 17. Jahrhunderts Professor Magnol[1]) zu Montpellier ein natürliches System durch Aufstellung von natürlichen Familien anzubahnen gestrebt, selbst Linné, gegenüber seinem künstlichen Sexualsysteme, ein wahrhaft natürliches System als das Endziel der Botanik hingestellt[2]), hatten auch der bekannte Afrikareisende und Pariser Akademiker Michel Adanson[3]) und nach ihm der Däne Oeder[4]) nach bestimmten Prinzipien 58 resp. 34 natürliche Familien in ein natürliches System geordnet, so darf als wahrer Begründer der natürlichen Systematik doch Antoine Laurent de Jussieu bezeichnet werden, der das von seinem Oheim Bernhard de Jussieu gelehrte, aber nicht veröffentlichte System weiter ausbaute und in seinem 1789 erschienenen Werke[5]) zum ersten Male feste Grundsätze für die natürliche Klassifikation aussprach. Sein System, welches im wesentlichen die Grundlage aller späteren Systeme bildet, gliedert sich in

I. Acotyledones: Pflanzen ohne Keimblätter, den Kryptogamen Linné's entsprechend.
II. Monocotyledones: Pflanzen mit einem Keimblatte und diese nach der Einfügung der Staubgefäße in unterweibige (hypogyne mit zugleich unterständiger Blumenkrone), umweibige (perigyne) u. oberweibige (epigyne mit zugleich oberständiger Krone).
III. Dicotyledones: Pflanzen mit zwei Keimblättern und zwar
  1. Apetalae oder Blumenkronenlose (mit einfacher Blütenhülle);
  2. Monopetalae mit einblätteriger (verwachsenblätteriger) Blumenkrone;
  3. Polypetalae mit mehrblätteriger Krone; — in allen drei Dikotylengruppen die Abteilungen wie bei den Monokotylen nach der Stellung der Staubgefäße resp. der Krone zum Fruchtknoten umgrenzt;
  4. Diclines irregulares als getrenntgeschlechtliche und meist kronenlose Pflanzen (z. B. Weiden, Cupuliferen).

Unter den späteren natürlichen Systemen sind als solche, welche sich allgemeinerer

---

1) Magnol, P., Prodromus historiae generalis plantarum, in quo familiae plantarum per tabulas disponuntur. Montpellier 1689.
2) »Methodus naturalis hinc ultimus finis Botanices est et erit« (Philosophia botanica 206).
3) M. Adanson, Familles des Plantes. Paris 1763.
4) G. Chr. Oeder, Elementa botanicae. Kopenhagen 1764—1766.
5) A. L. de Jussieu, Genera plantarum secundum ordines naturales disposita. Paris 1789.

Aufmerksamkeit und Beliebtheit erfreuen, diejenigen von De Candolle, Endlicher und Brogniart zu erwähnen.

Augustin Pyramus de Candolle[6]), Professor der Botanik in Genf, verwendete zur Umgrenzung seiner Hauptabteilungen anatomische Merkmale wie folgt:

I. **Vasculares:** Pflanzen mit Gefäßbündeln.
  1. Exogenae: Gefäßbündel auf dem Stammquerschnitte in einen am Umfange in die Dicke wachsenden Kreis gestellt (hierher also die Dikotyledonen und Gymnospermen gehörend).
    A. Diplochlamydeae: Blütenhülle in Kelch und Krone gegliedert.
      a. Thalamiflorae: mit freiblätteriger unterständiger Blumenkrone;
      b. Calyciflorae: mit freiblätteriger um- oder oberständiger Blumenkrone;
      c. Corolliflorae: mit verwachsenblätteriger unterständiger Blumenkrone;
    B. Monochlamydeae: Blütenhülle einfach (nicht in Kelch und Krone gegliedert).
  2. Endogenae: Gefäßbündel auf dem Stammquerschnitte zerstreut.
    A. Phanerogamae: mit Blüten (hierher also die Monokotyledonen gehörend).
    B. Cryptogamae: ohne Blüten (also Farnkräuter, Schachtelhalme, überhaupt die Gruppe der Gefäßbündelkryptogamen).

II. **Cellulares:** Pflanzen ohne Gefäßbündel.
  1. Foliaceae: mit Blättern (Moose).
  2. Aphyllae: ohne Blätter (Algen und Pilze einschließlich der Flechten, d. h. Thallophyten).

Stephan Endlicher[7]), Professor der Botanik in Wien, benutzte zur Klassifizierung in erster Reihe neben der äußeren Gliederung der Pflanze Wachstumsvorgänge, die allerdings teilweise auf irrtümlichen Vorstellungen beruhten, und gruppierte darnach in:

I. **Thallophyta:** Pflanzen ohne Gliederung in Wurzel, Stamm und Blätter (Algen und Pilze einschließlich der Flechten).

II. **Cormophyta:** Pflanzen mit Gliederung in Wurzel, Stamm und Blätter.
  1. Acrobrya: Endsprosser mit nur am Gipfel wachsenden Stamme (Moose und Gefäßbündelkryptogamen).
  2. Amphibrya: Umsprosser mit nur am Umfange wachsenden Stamme (Monokotyledonen).
  3. Acramphibrya: End-Umsprosser mit am Gipfel und Umfange wachsenden Stamme.
    a. Gymnospermae: Nacktsamige (ohne Fruchtknotengehäuse — Coniferen);
    b. Apetalae: mit einfacher (nicht in Kelch und Krone gegliederter) Blütenhülle;
    c. Gamopetalae: mit verwachsenblätteriger Blumenkrone;
    d. Dialypetalae: mit getrenntblätteriger Krone.

Das von Adolphe Brogniart[8]), Professor der Botanik zu Paris, aufgestellte System, welches sich einerseits auf die vorhergehenden natürlichen Systeme, besonders dasjenige Jussieu's stützt, andererseits den jüngeren Systematikern als vortrefflicher Ausgangspunkt weiteren Ausbaues diente, ist folgendermaßen gegliedert.

I. **Cryptogamae:** Pflanzen ohne Blüten.
  A. Amphigenae: Pflanzen ohne Differenzierung des vegetativen Körpers in Stamm und Blätter (Algen, Pilze, Flechten).
  B. Acrogenae: Pflanzen mit Gliederung in eine nur am Gipfel wachsende Axe und in Blätter (Moose und Gefäßbündelkryptogamen).

II. Phanerogamae: Pflanzen mit Blüten.

---

6) A. P. de Candolle, Théorie élémentaire de la botanique, ou exposition des principes de la classification naturelle et de l'art de décrire et d'étudier des végétaux. Paris 1813.

7) St. Endlicher, Genera plantarum secundum ordines naturales disposita. Wien 1836—1840. Im Auszuge: Enchiridion botanicum exhibens classes et ordines plantarum. Leipzig 1841.

8) A. Th. Brongniart, Enumération des genres de plantes cultivés au Muséum d'histoire naturelle de Paris. Paris 1843.

A. Monocotyledoneae: Embryo (Keimling) mit nur einem Keimblatte. Gefäßbündel auf dem Stammquerschnitte zerstreut, Stamm ohne Dickenwachstum.
 1. Perispermeae (Albuminosae): Samen mit Endosperm (Sameneiweiß) neben dem Embryo; z. B. Gräser, Palmen, Liliaceen.
 2. Aperispermeae (Exalbuminosae): Samen ohne Endosperm; z. B. Orchideen.

B. Dicotyledoneae: Embryo mit zwei gegenständigen oder mehreren wirteligen Keimblättern. Gefäßbündel auf dem Stammquerschnitte zu einem Ringe geordnet; Stamm mit Dickenwachstum.
 1. Angiospermae: Samenknospen in dem geschlossenen Fruchtknoten des Pistilles enthalten und der Blütenstaub nur auf die Narbe des letzteren gelangend.
  a. Gamopetalae: mit verwachsenblätteriger Blumenkrone (Campanulaceen, Ericaceen, Primulaceen, Caprifoliaceen, Oleaceen etc.).
  b. Dialypetalae: mit getrenntblätteriger Krone (Ranunculaceen, Tiliaceen, Acerineen, Papilionaceen etc.).
 2. Gymnospermae: die auf einem offenen Fruchtblatte sitzenden Samenknospen werden vom Pollen direkt bestäubt (Coniferen, Cycadeen).

Die weiteren Unterabteilungen (Ordnungen u. s. w.) der Dikotylen werden nach der Einfügung und Zahl der Staubgefässe, nach der Zahl der das Pistill zusammensetzenden Fruchtblätter oder Karpelle, der Beschaffenheit des Endosperms, der Lage des Keimlinges zum letzteren u. s. w. umgrenzt.

Um die Vervollkommnung des Brongniart'schen Systemes haben sich gemäß den fortgeschritteneren Kenntnissen vom Baue und der Entwickelung der Pflanze — von zahlreichen Spezialforschern abgesehen — besonders Alexander Braun[9]), Johannes v. Hanstein[10]) und August Wilhelm Eichler[11]) verdient gemacht. Die Hauptabteilungen sind im wesentlichen meist dieselben geblieben und die an ihnen vorgenommenen Aenderungen drehen sich oft nur um bessere Namengebung; die Phanerogamen werden in ihrem systematischen Ausbau bedeutende Umwälzungen kaum noch erfahren, desgleichen die Klassen der Kryptogamen, wohingegen die spezielle Systematik der Ordnungen und Familien der letzteren namentlich in den niederen Gruppen der Algen und Pilze noch einem fortwährenden Wechsel unterliegt.

§ 3. Das dem folgenden Texte zu grunde gelegte System ist — von einzelnen Abweichungen in den niederen Gruppen und Namenänderungen abgesehen — das von Eichler im „Syllabus“ gegebene. Zur raschen Orientierung mögen die wesentlichen Charaktere der Hauptgruppen bereits hier in kurzer Uebersicht angedeutet werden.

I. **Abteilung. Sporophyta, Sporenpflanzen.** (Cryptogamae.) Fortpflanzung durch Sporen (sporae), d. h. meist mikroskopisch kleine, ein- oder mehrzellige Organe mit gewöhnlichem Zelleninhalte und ohne Anlage eines Embryo (Keimlinges), daher mit einer von den Samenpflanzen gänzlich abweichenden aber nach Ordnungen, Familien ꝛc. sehr verschiedenen Art der Keimung.

1. **Gruppe. Thallophyta, Lager- oder Laubpflanzen.** Pflanzen meist ohne Gliederung in Axe und Blätter, ohne Wurzeln, ohne Fibrovasalstränge, häufig auch ohne deutlichen Generationswechsel, ihr vegetativer Körper ein Lager oder Laub (Thallus, Frons) bildend, die geschlechtliche Fortpflanzung in sehr verschiedener Weise stattfindend oder auch fehlend.
 1. Klasse. Algae, Algen (mit Ausschluß der Bacillariaceen und Schizophyceen). Lagerpflanzen mit (bisweilen durch andere Farbstoffe verdecktem) Chlorophyll, daher mit der Fähigkeit zu assimilieren (keine eigentlichen Parasiten und Saprophyten).
 2. Klasse. Fungi, Pilze (mit Einschluß der Lichenes, Flechten, aber mit Ausschluß der Spalt- und Schleimpilze). Thallophyten ohne Chlorophyll, daher ohne die Fähigkeit der Assimilation und als Parasiten oder Saprophyten lebend.

---

9) **Al. Braun** (gestorben als Prof. d. Bot. zu Berlin), **Uebersicht des natürlichen Systems**; in Ascherson's Flora der Provinz Brandenburg, S. 22 u. f. Berlin 1864.

10) J. v. Hanstein (gestorben als Prof. d. Bot. zu Bonn), **Uebersicht des natürlichen Pflanzensystems**. Bonn 1867.

11) A. W. Eichler (gest. als Prof. d. Bot. zu Berlin), **Blüthendiagramme**; 2 Bde. Leipzig 1875 u. 1878. Syllabus der Vorlesungen über Phanerogamenkunde; Kiel 1876 (die folgenden Auflagen als Syllab. d. Vorl. üb. specielle u. medicinisch-pharmaceutische Botanik; Berlin 1880, 1883, 1886).

2. **Gruppe. Bryophyta, Moose** (Muscineae). An einem aus der Spore bei deren Keimung sich entwickelnden Vorkeime entsteht durch Knospenbildung die mit selteneren Ausnahmen in Axe und Blätter gegliederte, aber der Wurzeln und Fibrovasalstränge entbehrende Pflanze, welche die als Antheridien (männliche) und Archegonien (weibliche) unterschiedenen Geschlechtsorgane trägt. Aus dem durch Spermatozoiden befruchteten Ei des Archegoniums entsteht als ungeschlechtliche Generation des Sporogonium: ein frucht- resp. kapselartiges Gebilde (Mooskapsel, Moosfrucht), welches, von der Geschlechtspflanze ernährt, in seinem Innern die Sporen erzeugt.

3. Klasse. Hepaticae, Lebermoose. Vorkeim meist klein und kurzlebig. Pflanzen ein gabelig verzweigtes Laub oder ein mit 2–3 Reihen von Blättern (ohne Nerven) besetztes Stämmchen, fast stets kriechend und mehr oder weniger entschieden dorsiventral gebaut. Sporogonium erst kurz vor der Reife die Archegoniumwand am Gipfel durchbrechend und letztere am Grunde als Scheide zurücklassend, meist ohne zentrales steriles Gewebe (Mittelsäule, Columella), im Innern nur Sporen oder neben letzteren noch sterile, meist gestreckte und schraubig verdickte Zellen (Schleuderer, Elateren) entwickelnd, bei der Reife meist mit Zähnen oder Klappen sich öffnend.

4. Klasse. Musci, Laubmoose. Vorkeim meist kräftig entwickelt und langlebig, gewöhnlich verzweigt-fadenförmig. Pflanze stets mit zwei- bis vielreihig beblättertem, nicht bilateralem Stämmchen, die Blätter in der Regel mit Mittelnerv. Sporogonium schon frühzeitig die Archegoniumwand am Grunde quer absprengend und letztere auf seinem Scheitel als Haube oder Mütze (Calyptra) emporhebend, fast stets mit sterilem Zentralgewebe (Mittelsäule, Columella), im Inneren nur Sporen erzeugend und bei der Reife meist mit einem Deckel sich öffnend, seltener mit seitlichen Längsrissen oder gar nicht aufspringend.

3. **Gruppe. Pteridophyta, Farnpflanzen.** (Cryptogamae vasculares, Gefäßbündel-Kryptogamen.) Aus der Spore entwickelt sich bei der Keimung ein die Geschlechtsorgane (Antheridien und Archegonien) tragender, laubartiger Vorkeim (Prothallium) und auf diesem aus der durch Spermatozoiden befruchteten Eizelle eines Archegoniums als ungeschlechtliche Generation die in Stamm, Blätter und (fast ausnahmslos auch) Wurzeln gegliederte, mit Fibrovasalsträngen versehene, in Sporangien wieder die Sporen erzeugende Pflanze.

5. Klasse. Filicinae, Farnkräuter. Die Blätter sind im Verhältnis zum meist reich bewurzelten, nicht oder nur wenig verzweigten Stamme in der Regel mächtig entwickelt und tragen auf ihrer Unterseite oder am Rande die gewöhnlich in Gruppen (Sori) geordneten, meist aus nur einer Zelle entspringenden Sporangien, wobei die fruchtbaren Blätter nicht auf bestimmte Regionen oder Zweige des Stammes beschränkt sind.

a. Isospore Filicineen mit nur einerlei Sporangien mit einerlei Sporen, welche meist monöcische, große und laubartige, oberirdisch und selbständig vegetierende, selten unterirdische und chlorophyllose Prothallien erzeugen.

Filices, Farne.

b. Heterospore Filicineen mit zweierlei Sporangien: Makrosporangien mit je einer großen, bei der Keimung ein weibliches Prothallium, und Mikrosporangien mit zahlreichen kleinen, je einen männlichen Vorkeim erzeugenden Sporen; Vorkeime nicht selbständig vegetierend, klein, mit der Spore in Verbindung bleibend und aus letzterer nur wenig hervortretend.

Hydropterides, Wasserfarne.

6. Klasse. Equisetinae, Schachtelhalme. Die Blätter sind im Verhältnis zum Stamme klein, wirtelig gestellt und die der unfruchtbaren Quirle zu je einer gezähnten Scheide verwachsen. Die fruchttragenden, schildförmigen und gestielten Blätter stehen in zahlreichen Quirlen dicht gedrängt in einer Aehre am Ende gewöhnlicher Stengel oder besonderer Sprosse und tragen die nur einerlei Sporen enthaltenden sackartigen, aus einer Zellengruppe hervorgehenden Sporangien auf ihrer Unterseite. Die großen, selbständig vegetierenden Vorkeime sind meist diöcisch.

Equisetaceae, Schachtelhalme.

7. Klasse. Lycopodinae, Bärlappgewächse. Die nur mit Mittelnerv versehenen Blätter sind meist klein und wenig entwickelt, oft auf eine bestimmte Region des Stammes beschränkt und tragen das aus einer Zellengruppe hervorgehende Sporangium einzeln in ihrer Achsel oder auf der Oberseite ihrer Basis.

a Isospore Lycopodineen mit nur einerlei Sporangien mit einerlei Sporen, welche selbständig vegetierende monöcische Vorkeime entwickeln.

Lycopodiaceae, Bärlappe.

b. Heterospore Lycopodineen mit zweierlei Sporangien: Makrosporangien mit 4 oder zahlreichen, die weiblichen Vorkeime erzeugenden Makrosporen, und Mikrosporangien mit zahlreichen, die männlichen Prothallien liefernden

Mikrosporen. Beiderlei Prothallien nicht selbständig, sondern in den Sporen eingeschlossen bleibend.

Isoëtaceae, Brachsenkräuter: Pflanzen mit kurzem, knollenförmigem Stamme mit binsenartigen Blättern und auf der Oberseite der Basis letzterer stehenden Mikro- und Makrosporangien, letztere mit zahlreichen Makrosporen.

Selaginellaceae, Moosbärlappe. Pflanzen mit langen, meist verzweigten Stengeln, kleinen schuppenförmigen Blättern und in der Achsel der letzteren stehenden Sporangien, die Makrosporangien mit 4 Makrosporen.

II. **Abteilung. Spermaphyta, Samenpflanzen.** (Phanerogamae. Anthophyta. Blütenpflanzen.) Die fast ausnahmslos mit Fibrovasalsträngen versehene, in Wurzeln, Stamm und Blätter gegliederte Pflanze trägt Blüten, welche an mehr oder weniger metamorphosierten Blattgebilden, den Staubblättern (Staubgefäßen), als männliche Organe die den Mikrosporangien der höheren Pteridophyten homologen Pollensäcke (Antherenfächer) und in diesen die den Mikrosporen entsprechenden Pollenzellen (Blütenstaub) entwickeln, — ferner an Fruchtblättern (Carpiden, Carpellen) als weibliche Organe die den Makrosporangien homologen Samenknospen erzeugen, deren Keim- oder Embryosack einer Makrospore entspricht. Die aus den Pollensäcken verstäubenden, meist durch fremde Kräfte zu den weiblichen Organen gelangenden Pollenzellen bilden bei der Keimung nur ein sehr rudimentäres Prothallium und statt Spermatozoiden einen in die Samenknospe bis zum Embryosacke resp. Ei wachsenden, das befruchtende Plasma führenden Pollenschlauch. Die Samenknospe bildet sich nach der Befruchtung zum Samen um, während das Ei den im Samen liegenden Keimling (Embryo) erzeugt: eine mehr oder weniger entwickelte junge Pflanze, welche in den meisten Fällen schon die Gliederung in Wurzel und eine kleine Axe mit Keimblättern (Kotyledonen) und oberhalb der letzteren häufig noch den ersten Laubblättern (Plumula) zeigt und sich daher bei der Keimung des Samens direkt weiterbildet.

4. **Gruppe. Gymnospermae, nacktsamige Blütenpflanzen.** Die nicht in einen Fruchtknoten eingeschlossenen, sondern nackt auf offenen Fruchtblättern sitzenden Samenknospen erzeugen schon vor der Befruchtung in ihrem Embryosacke ein den letzteren ganz ausfüllendes Prothallium mit Archegonien und werden durch den Pollen direkt bestäubt. Auch in letzterem wird schon vor der Verstäubung durch feste Zellenwände ein zwei- oder wenigzelliger Körper gebildet, dessen größte Zelle zum Pollenschlauche auswächst, während die übrigen kleineren als rudimentäres männliches Prothallium zu deuten sind. Die Keimblätter des Embryo bilden einen zwei- oder mehrgliederigen Wirtel.

8. Klasse. Cycadaceae, Farnpalmen. Palmenähnliche Pflanzen mit meist einfachem Stamm mit großen, fiederteiligen Blättern und diöcischen nackten (d. h. einer Blütenhülle — Perigon — entbehrenden), zapfenförmigen Blüten, die männlichen nur aus schuppenförmigen Staubblättern, die weiblichen aus schuppenförmigen Fruchtblättern gebildet.

9. Klasse. Coniferae, Zapfenträger, Nadelhölzer. Mit verzweigtem Stamme, kleinen, einfachen, meist nadelförmigen Blättern, diöcischen oder meist monöcischen nackten Blüten wie bei voriger Klasse und in der Regel zapfenförmigen Früchten.

10. Klasse. Gnetaceae, Meertrauben. Von den übrigen Gymnospermen durch die Entwickelung einer Blütenhülle verschieden.

5. **Gruppe. Angiospermae, bedecktsamige Blütenpflanzen.** Die Samenknospen sind in einem, aus einem oder mehreren verwachsenen Fruchtblättern gebildeten, ein- oder mehrfächerigen Fruchtknoten eingeschlossen und erzeugen in ihrem Embryosacke kein weibliches Prothallium mit Archegonien mehr, sondern eine freie, von meist noch zwei Zellen (Gehülfinnen) begleitete Eizelle. Der Pollen entwickelt kein männliches Prothallium, gelangt auch nicht direkt auf die Samenknospen, sondern auf die den Scheitel des Fruchtknotens resp. dessen Griffels krönende Narbe, von welcher aus die Pollenschläuche in die Fruchtknotenhöhle zu den Samenknospen hinabwachsen. Keimling mit einem oder zwei gegenständigen Keimblättern.

11. Klasse. Monocotyledoneae, Einkeimblätterige. Axe mit in der Regel zerstreut dem Grundgewebe eingebetteten, geschlossenen (des Cambiums entbehrenden) Fibrovasalsträngen, meist ohne sekundäres Dickenwachstum. Blätter meist sitzend und ganz oder großenteils stengelumfassend, oft mit ausgeprägter Scheidenbildung, in der Regel einfach und ganzrandig, ohne Nebenblätter und vorherrschend parallelnervig. Blüten typisch aus 5 abwechselnden dreigliederigen Quirlen gebildet, von denen 2 auf die meist einfache Blütenhülle, 2 auf die Staubgefäße und einer auf das Pistill fallen. Samen fast immer mit Endosperm. Embryo mit nur einem Keimblatte.

12. Klasse. Dicotyledoneae, Zweikeimblätterige. Axe fast stets mit (auf dem Querschnitte) zu einem Kreise angeordneten offenen (d. h. Cambium führenden) Fibrovasalsträngen, welche namentlich bei ausdauernden Arten zu einem geschlossenen Bündelringe zusammentreten und durch die Thätigkeit ihres Holz und Bast

(Innenrinde) scheidenden Cambiums das Dickenwachstum vermitteln. Blätter häufig gestielt und oft mit Nebenblättern, vielfach verzweigt oder doch am Rande gesägt ꝛc., in der Regel netzaderig. Blüten viel mannigfaltiger als bei den Monokotylen und sehr häufig in ihren Kreisen fünfzählig. Endosperm des Samens vor der Reife häufig ganz oder großenteils resorbiert. Embryo mit 2 gegenständigen Keimblättern.

a. Choripetalae, Getrenntblumenblätterige (einschließlich der früheren Unterklasse der Apetalae oder Kronenlosen). Blütenhülle einfach oder fehlend (Apetalae) oder häufiger in Kelch und Krone differenziert und letztere dann getrenntblätterig (Choripetalae im engeren Sinne).

b. Sympetalae, Verwachsenblumenblätterige. Blütenhülle in Kelch und Krone gesondert und die Kronblätter unter sich verwachsen.

Wie sich die im vorstehenden Systeme angenommenen 5 Gruppen mit den Hauptgruppen anderer natürlicher Systeme decken, geht am besten aus folgendem Schema hervor:

Cellulares	. . . . .	I. Thallophyta	. . . . . .	Cryptogamae =
	. . . . .	II. Bryophyta	. . . . . .	Acotyledoneae =
Vasculares	Cormophyta	III. Pteridophyta	Archegoniatae	Sporophyta.
		IV. Gymnospermae	. . . . .	Phanerogamae =
	. . . .	V. Angiospermae	. . . . . .	Spermaphyta.

I. Abteilung. Sporophyta, Sporenpflanzen.

(Cryptogamae, Kryptogamen; — Acotyledoneae, Keimblattlose.) [12])

§ 4. Der gemeinsame Charakter dieser der 24. Linné'schen Klasse (Cryptogamae, Verborgenehige) entsprechenden Hauptabteilung des Gewächsreiches liegt in der Ausbildung der Fortpflanzungsorgane als Sporen (sporae): meist mikroskopisch kleine und in Masse als Staub oder Pulver erscheinende, in der Regel ein-, seltener mehrzellige Organe, welche nicht wie die Samen der höher organisierten Pflanzen einen Embryo oder Keimling als Anlage des künftigen Individuums einschließen, deren Inhalt vielmehr gewöhnliches Zellenplasma ist, die daher auch in einer von den Samen der Blütenpflanzen abweichenden, jedoch nach Gruppen oder selbst nach Ordnungen und Familien oder Gattungen sehr verschiedenartigen Weise keimen, resp. die neue Pflanze erzeugen.

Die spezielle Terminologie der nach Form, Farbe ꝛc. ebenso wie die Samen mannigfach verschiedenen Sporen ist je nach den Geschlechtsbeziehungen, nach Homologien, Entwickelungsmodus, Bau ꝛc. eine bei den verschiedenen Klassen und Ordnungen sehr wechselnde. In engster Begrenzung bezeichnen wir mit Sachs [13]) als Sporen nur diejenigen Fortpflanzungszellen, welche infolge eines Sexualaktes entstehen, sei es unmittelbar, indem das befruchtete Ei direkt in die Spore sich umwandelt (Eispore oder Oospore, z. B. bei Peronospora) oder zwei gleichwertige Geschlechtszellen durch Kopulation die Fortpflanzungszelle bilden (Zygospore, z. B. bei Mucor), — oder sei es vermittelt durch Vegetationsvorgänge, welche eine zweite Generation nach der Befruchtung darstellen, wie dies bei der Fruchtbildung z. B. der Mehltaupilze (Erysipheen), der Pezizen und anderer Schlauchpilze, am vollkommensten bei den Moosen und Farnkräutern uns entgegentritt. Alle anderen ungeschlechtlichen Fortpflanzungszellen werden dann nicht als Sporen, sondern als Brutzellen resp. Brutkörper (Gonidien, bei den Pilzen gewöhnlich als Conidien) bezeichnet.

§ 5. Von den drei bereits im § 3 kurz charakterisierten Gruppen der Sporenpflanzen ist die

I. Gruppe, Thallophyta, Lagerpflanzen,

die niedrigst organisierte. Sie beginnt im vegetativen Aufbau mit einzelligen Formen, bei denen also die Zelle das ganze, entweder frei für sich oder mit anderen gleichwertigen

---

12) Vgl. § 3. — L. Rabenhorst's Kryptogamenflora v. Deutschl., Oesterr. u. d. Schweiz; 2. Aufl., bearbeitet von Grunow, Hauck, Limpricht, Luerssen, Richter u. Winter. Mit zahlr. Abbild. Leipzig, seit 1884 (noch nicht vollendet). — Kryptogamenflora von Schlesien, herausgegeben von Cohn, bearbeitet von Stenzel, Limpricht, A. Braun, Kirchner, Stein u. Schröter. 3 Bde. Breslau, seit 1876 (die Pilze noch nicht vollendet).

13) Lehrbuch d. Botanik, 4. Aufl. S. 237.

Zellen in einer Kolonie verbunden lebende Individuum repräsentiert. Daran reihen sich Formen, deren vegetativer Körper aus einfachen oder verzweigten Zellenreihen, aus Zellenflächen oder Zellenkörpern gebildet wird, denen aber die Gliederung in Axe (Stamm) und Blätter, desgleichen die ächte Wurzelbildung fehlt, deren Körper also ein Lager oder Laub (Thallus, Thallom) ist. Nur verhältnismäßig wenige hochentwickelte Meeresalgen (z. B. der Beerentang, Sargassum) besitzen ächte beblätterte Stämme, und andererseits ist bei den auf unterster Entwickelungsstufe stehenden Lebermoosen der folgenden Gruppe der Vegetationskörper noch ein Lager, so daß hier nicht die äußere Gliederung, sondern die gesamte, namentlich geschlechtliche Entwickelung die systematische Stellung bestimmt. Von den anatomischen Charakteren ist das Fehlen der Gefäßbündel (Fibrovasalstränge) hervorzuheben.

§ 6. Die ungeschlechtliche Fortpflanzung, bei den niedersten Formen die einzige, erfolgt entweder durch einfache Zweiteilung der einzeln lebenden Zelle oder durch Bildung von Brutzellen. Letztere können intercalar durch Ausgliederung einzelner Zellen aus Zellenfäden entstehen, werden aber meist akrogen durch Abschnürung an Zweigen (wie die Brutzellen oder Conidien zahlreicher Pilze, z. B. Peronospora, Phytophthora) oder endogen, d. h. im Innern von Mutterzellen gebildet, deren Wand bis zur Reife als Behälter der Sporen oder Sporangium erhalten bleibt (z. B. Mucor). Im letzteren Falle treten die Brutzellen nicht selten als Schwärmzellen (Schwärmsporen, Zoosporen) auf, d. h. als hautlose Zellen (Primordialzellen), welche mit besonderen Bewegungsorganen in Form feiner Plasmafäden (Cilien) versehen sind und sich kürzere oder längere Zeit im Wasser aktiv und unter Rotation um ihre Axe fortbewegen, ehe sie, zur Ruhe kommend, zur neuen Pflanze auswachsen (Saprolegnia).

Die geschlechtliche Fortpflanzung ist eine nach Ordnungen, Familien und selbst Gattungen sehr mannigfaltige. In der einfachsten Form tritt sie in der Weise auf, daß zwei oder selten mehrere äußerlich völlig gleichartige Geschlechtszellen oder Gameten durch Kopulation zu einer Zygospore (Zygote) verschmelzen, aus welcher meist erst nach längerer Ruhezeit die neue Generation direkt oder durch Vermittelung von Schwärmzellen sich entwickelt. Die Gameten sind entweder Planogameten, d. h. sie haben Form, Bau und freie Beweglichkeit von Schwärmzellen, mit denen sie vielfach verwechselt wurden, die Kopulation findet während des Schwärmens beider Zellen statt und die Zygosporenmembran wird erst nach erfolgter Verschmelzung gebildet (manche niedere Algen, z. B. Pandorina), — oder sie sind unbewegliche, mit Zellhaut umhüllte Aplanogameten, welche nach erfolgter Verwachsung und Oeffnung der trennenden Membran ihre Plasmainhalte kopulieren lassen (Zygomyceten).

Bei den meisten Thallophyten sind jedoch die Sexualzellen nach Form, Größe und Beweglichkeit mehr oder weniger verschieden und die männlichen Zellen werden als Samenkörper oder Spermatozoiden, ihre Mutterzellen oder Mutterbehälter als Antheridien, die weiblichen als Eier und deren Mutterbehälter als Oogonien bezeichnet. Der Uebergang von der Gametenkopulation zur Eibefruchtung wird aber ganz allmählich vollzogen. Denn bei der zu den braunen Meeresalgen gehörenden Gattung Ectocarpus sind männliche und weibliche Zellen noch von gleicher Größe und schwärmzellenartiger Gestalt; aber das durch Cilien bewegliche Ei setzt sich vor der Befruchtung unter Verlust seiner Wimpern fest. Bei der verwandten Gattung Cutleria ist das noch schwärmzellenartige Ei schon bedeutend größer als das Spermatozoid und bei den in dieselbe Ordnung gehörenden Blasentangen (Fucus) unserer Küsten wird es als große unbewegliche Kugel aus dem Oogonium ausgestoßen. Bei den meisten grünen Algen aber bleibt das Ei in dem in irgend einer Weise sich öffnenden Oogonium unbeweglich liegen und nimmt die in letzteres eintretenden kleinen beweglichen Spermatozoiden an einer bestimmten, durch Chlorophyllmangel ausgezeichneten Stelle seiner Oberfläche, dem Empfängnisfleck, auf. In allen Fällen wird das befruchtete Ei durch Umhüllung mit einer Membran zur Oospore, die gewöhnlich auch erst nach längerer, im unverändert bleibenden Oogonium absolvirter Ruhezeit direkt oder unter vorausgehender Schwärmzellenbildung die neue Generation liefert.

Wie sich die vorerwähnten Formen der Eibefruchtung der Kopulation von Planogameten eng anreihen, so schließen sich die Peronosporeen unter den Pilzen der Kopulation von Aplanogameten dadurch an, daß bei ihnen zwar in Oogonien noch Eier gebildet werden, daß aber das Antheridium keine Spermatozoiden mehr erzeugt, sondern auf besonderem Thalluszweige an das Oogonium hinanwächst, in letzteres einen Schlauch hineinwachsen läßt und durch die geöffnete Spitze dieses Befruchtungsschlauches einen bestimmten Teil seines Plasmainhaltes an das Ei abgibt.

Eine dritte Stufe in der Entwickelung der Befruchtungsvorgänge bilden endlich jene Thallophyten, bei denen die Spore nicht mehr direkt aus dem befruchteten Ei hervorgeht, sondern indirekt in Aussprossungen der befruchteten weiblichen Zelle erzeugt wird, welche in ihrer Gesamtheit die Sporenfrucht (Sporokarpium) bilden, an deren Aufbau sich oft noch eine besondere Hülle beteiligt, welche dadurch entsteht, daß der weiblichen Zelle benachbarte vegetative Zellen Aeste entwickeln, die den Geschlechtsapparat und seine Produkte in bestimmter

Form dicht umwachsen. Auch letzterer Vorgang steht indessen nicht unvermittelt da, insofern auch bei gewissen Oogonien bildenden Algen (Characeen) und Zygosporen bildenden Pilzen (Mortierella) das Oogonium resp. die Zygospore von einer Hülle steriler Aeste umgeben werden. Die männlichen Zellen sind hier stets unbeweglich. Bei den Flechten, desgleichen den rothen Meeresalgen (Florideen) werden sie als kleine einzellige, hautumhüllte Zellen oder Spermatien aus ihren Behältern entleert und durch Wasser passiv der weiblichen Zelle zugeführt, mit der sie unter Lösung eines Wandstückes (wie bei den Aplanogameten) und Uebertritt ihres Plasmas kopulieren. Bei den in dieser Beziehung genauer bekannten Schlauchpilzen (Erisipheen, Peziza, Ascobolus) kopulieren die Antheridien als solche mit dem weiblichen Apparate. Das weibliche Geschlechtsorgan wird bei den Florideen als Prokarpium, bei den Schlauchpilzen als Archikarpium bezeichnet. Es ist entweder einzellig oder schon vor der Befruchtung mehrzellig, und es besitzt entweder einen besonderen Empfängnisapparat in Gestalt eines meist haarartigen Auswuchses, der Trichogyne, mit welchem die Spermatien kopulieren (Florideen, Flechten), oder das Antheridium legt sich der Oberfläche des Archikarps direkt an (gewöhnliche Schlauchpilze).

Bei manchen Thallophyten endlich tritt uns die eigentümliche Erscheinung des Zeugungsverlustes (Apogamie) in verschiedener Abstufung entgegen [14]). Bei gewissen Saprolegniaceen bleiben die normal entwickelten Befruchtungsschläuche der Antheridien geschlossen, so daß kein befruchtender Stoff in die Eier des Oogoniums übertritt; bei anderen Formen derselben werden zwar Antheridien aber keine Befruchtungsschläuche, bei noch anderen überhaupt keine Antheridien mehr entwickelt und doch werden die Oosporen keimfähig ausgebildet. Die Oosporen der Chara crinita entwickeln sich bei uns, wo die männlichen Pflanzen ganz fehlen, ohne Befruchtung. Bei der Zygomycetengattung Syzygites bilden die häufig nicht kopulierenden Geschlechtsäste an ihrem Scheitel trotzdem eine Zelle aus, die ganz den Charakter einer Zygospore besitzt und als Azygospore bezeichnet wird; es werden also, wie in den vorerwähnten Fällen, Geschlechtszellen zwar entwickelt, aber die sexuelle Funktion ist denselben verloren gegangen. Noch schärfer ist die Apogamie bei vielen Schlauchpilzen (z. B. Pleospora) ausgeprägt, bei denen Geschlechtsorgane ganz fehlen und die Fruchtkörper einfach durch Sprossung und Verflechtung von Thalluszweigen aber sonst in gleicher Ausbildung wie geschlechtlich erzeugte entstehen.

§ 7. Die systematische Anordnung der Thallophytenklassen hat im Laufe der letzten Jahrzehnte — der fortschreitenden Kenntnis der gesamten Entwickelungsgeschichte entsprechend — mannigfache Aenderungen erfahren. Seit man bei einer Reihe von Lagerpflanzen besonders die Befruchtungsvorgänge und deren Produkte näher untersucht hatte, gaben namentlich diese scheinbar die einfachste Grundlage für eine Gruppierung, welche die althergebrachten Klassen der Algen und Pilze in natürlicher Weise vereinigen sollte. Das Thallophytensystem, welches Sachs [15]) entworfen, war daher längere Zeit die Basis, auf welcher weiter gearbeitet wurde. Dasselbe gliedert die Lagerpflanzen in: Protophyten ohne geschlechtliche Fortpflanzung, — Zygosporeen mit Kopulation noch gleichartiger Geschlechtsorgane (Gameten), deren Produkt eine Zygospore ist, — Oosporeen mit äußerlich verschiedenen Geschlechtsorganen, Spermatozoiden und Eiern, die letzteren durch den Sexualakt direkt zu den Sporen werdend — und Carposporeen, mit äußerlich verschiedenen Geschlechtsorganen, aber das weibliche Organ eine Sporenfrucht und in dieser die Sporen indirekt erzeugend.

Allein sobald der Untersuchungskreis sich erweiterte, die Gesamtentwickelung einzelner Formenkreise — leider bis jetzt immer noch relativ weniger, — die vielfachen, im Vorhergehenden kurz skizzierten Uebergänge in den sexuellen Vorgängen besser bekannt wurden, konnte ein trotz scheinbarer Natürlichkeit dennoch künstliches System nicht aufrecht erhalten bleiben. Aber auch die alten Klassen der Algen als chlorophyllhaltige und der Pilze als chlorophyllfreie Lagerpflanzen sind nach dem heutigen Stande unserer Kenntnisse nicht im vollen früheren Umfange beizubehalten. Aus ihnen müssen dem gesamten Entwickelungsgange nach zunächst ausgeschieden werden: die Schleimpilze (Myxomycetes), welche ihrer Sporenbehälter wegen meist mit den Pilzen vereinigt wurden (§ 8), — die Spaltpflanzen (Schizophyta), welche eine frühere Pilzklasse, die Schizomycetes oder Bacteriaceen, und eine Algenklasse, die Cyanophyceen, vereinigen (§ 9), — mit größter Wahrscheinlichkeit auch noch die Klasse der sogenannten Kieselalgen (Diatomaceen oder Bacillariaceen, § 10). Die übrigen Thallophyten bilden dann zwei aus verschiedenen, unter sich aber zusammenhängenden Ordnungen bestehende Reihen, deren eine nur aus Algen, deren andere nur aus Pilzen im alten Sinne besteht, die daher als eine Klasse der Algen resp. Pilze im engeren Sinne bezeichnet werden können.

§ 8. Von diesen Klassen weicht die niedrigst organisierte

14) De Bary, Ueber apogame Farne und die Erscheinung der Apogamie im Allgemeinen. Botanische Zeitung 1878, S. 449.

15) Lehrbuch d. Bot. 4. Aufl. (1874), S. 248. Auch meinem Handbuche der system. Bot. Bd. 1 (1879) ist dasselbe zu grunde gelegt worden.

1. Klasse, Myxomycetes, Schleimpilze[16],

in der Entwickelung ihres vegetativen Körpers so sehr von allen anderen Lagerpflanzen und den Pflanzen überhaupt ab, daß man sie füglich vom Pflanzenreiche gänzlich trennen und mit De Bary als Pilztiere oder Mycetozoa bezeichnen muß, die nach Häckel's Klassifizierung[17]) dem Zwischenreiche der Protisten angehören und in der That die nächsten Verwandten in den nackten Amöben und durch diese unter den Flagellaten und Rhizopoden haben, dadurch aber auch in Beziehung zur niedersten Ordnung der echten Pilze, den Chytridiaceen, treten, die ihrerseits wieder so zu den Flagellaten neigen, daß sie sich von letzteren vielleicht phylogenetisch ableiten lassen. Letzteres gilt allerdings auch, wie De Bary mit Recht hervorhebt, von einer ganzen Gruppe einfacher Algen. Denn die Volvocineen sind, wenn man will, ebenso gut Flagellaten wie Grünalgen und an der nahen Verwandtschaft zwischen ihnen und den übrigen unbestrittenen grünen Algen wird Niemand Zweifel erheben.

Die meisten Myxomyceten sind Saprophyten auf und in faulendem Holze, Laub ꝛc.; nur einzelne leben parasitisch, wie Plasmodiophora Brassicae in Kohlpflanzen, an deren Wurzeln sie bis faustgroße, kropfartige Anschwellungen erzeugt[18]). Aus den mikroskopisch kleinen Sporen schlüpft bei der Keimung das Plasma in Gestalt eines oder mehrerer, mit einer Wimper versehenen Schwärmzellen aus, welche im Wasser hüpfend schwimmen, auf nur feuchter Unterlage amöbenartig kriechen (Myxamöben), durch Nahrungsaufnahme wachsen, sich durch Zweiteilung vermehren und bei Eintritt ungünstiger Lebensverhältnisse unter Encystierung zeitweilig in Ruhezustand übergehen. Zum Zwecke der Sporenbildung kriechen bei den die niederste Entwickelungsform repräsentierenden Acrasieen zahlreiche Schwärmzellen zu bestimmt geformten Haufen zusammen, ohne aber zu verschmelzen und werden in diesen durch Umhüllung mit je einer Membran zu den Sporen. Bei der Mehrzahl der Gattungen jedoch verschmelzen die zusammenkriechenden Myxamöben zu einem mehr oder minder großen farblosen oder selten gelben (Fuligo varians oder die „Lohblüte" der Gerberhöfe) oder rotgelben, meist kleinen, selten zoll- bis fußgroße Flächen bedeckenden netz- oder gekröseartigen Plasmakörper, dem Plasmodium, das die amöbenartige Bewegung der Schwärmer fortsetzt, vorübergehend in Ruhezustände eintreten kann und endlich die Sporangien erzeugt. Letztere entstehen entweder einzeln aus je einem ganzen Plasmodium oder zahlreich aus Stücken des letzteren durch Umformung in meist nur kleine bis haselnußgroße, sitzende oder gestielte, kugelige, ei- oder birnförmige bis cylindrische ꝛc. Behälter, welche innerhalb ihrer membranösen Wand durch Teilung des Plasmas die zahlreichen membranumhüllten Sporen und zwischen denselben oft noch sterile röhrige Fäden (das Capillitium) erzeugen, selten wandlos sind oder die Sporen an der Oberfläche bilden. Durch Anhäufung und Verflechtung zahlreicher Plasmodien entstandene zusammengesetzte Fruchtkörper, wie diejenigen der „Lohblüte", nennt man Aethalien.

Anhangsweise mögen hier die Wurzelanschwellungen der Erlen Erwähnung finden, jene bekannten rundlichen, traubig-knolligen Auswüchse, welche aus zahlreichen sehr dicht gedrängten, vieläſtigen, wurzelartigen Bildungen bestehen. Dieselben wurden lange Zeit als Pilzgallen betrachtet, welche nach Woronin[19]) einem seiner systematischen Stellung nach zweifelhaften Parasiten, der Schinzia Alni Wor., ihre Entstehung verdanken sollten. Möller[20]) glaubte in dem vermeintlichen Schmarotzer einen Myxomyceten zu erkennen, den er Plamodiophora Alni nannte; Brunchorst[21]) bezeichnet ihn als Frankia subtilis. Die neuesten Untersuchungen Frank's[22]) führen aber zu dem nächstliegenden Schlusse, daß die angeblichen Pilze Protoplasmakörper der Baumwurzeln sind, welche als Organe für transitorische Eiweißaufspeicherung funktionieren, deren spezifische Speicherorgane eben die Wurzelanschwellungen bilden. Das Gleiche gilt für die Wurzelanschwellungen der Elaeagnaceen[22]) und für die Wurzelknöllchen der Leguminosen[23]). Bei letzteren wurde der vermeintliche Parasit für eine Bakterie gehalten[19]).

16) De Bary, Die Mycetozoen. Leipzig 1864. — De Bary, Vergleich. Morphologie u. Biologie d. Pilze ꝛc. Leipzig 1884. — Cienkowski, Zur Entwickelungsgeschichte der Myxomyceten; in Jahrbücher f. wissensch. Botanik III. 325. — Cienkowski, Das Plasmodium; ebenda III. 400. — Rostafinski, Versuch eines Systems der Mycetozoen. Berlin 1873 Cienkowski, Beiträge zur Kenntniß d. Monaden; in Archiv f. mikroskl. Anatomie I. 203. — Häckel, Monographie d. Moneren; Jenaische Zeitschrift f. Naturw. IV. 64. — F. E. Schulze, Rhizopodenstudien; Archiv f. mikroskl. Anatomie XI. XIII. — Stahl, Zur Biologie d. Myxomyceten; Botanische Zeitung 1884, S. 145. - Zopf, Die Pilzthiere od. Schleimpilze; in Encyklopädie d. Naturw. 1. Abteil. Bd. III. 2, S. 1.

17) Generelle Morphologie II.

18) Woronin, Plasmodiophora Brassicae, Urheber der Kohlpflanzen-Hernie; in Jahrb. f. wissenschaftl. Bot. XI. 548.

19) Woronin, Ueber d. bei d. Schwarzerle u. d. Gartenlupine auftretenden Wurzelanschwellungen; Mémoires de l'acad imper. des sciences de St. Pétersbourg, 7. sér. X. no. 6.

20) Möller, Plasmodiophora Alni; Berichte d. deutsch. botan. Gesellschaft III. 102.

21) Untersuchungen aus d. botan. Institute zu Tübingen 1886, S. 151.

22) Frank, Sind die Wurzelanschwellungen der Erlen und Elaeagnaceen Pilzgallen? Berichte d. deutsch. botan. Gesellsch. V. 50.

23) Brunchorst, Ueber die Knöllchen an den Leguminosenwurzeln; Berichte d. deutsch.

§ 9. Den Myxomyceten schließt sich als nächstverwandte Klasse die

2. Klasse, Schizophyta, Spaltpflanzen[24]),

an, welche in eine chlorophyllführende und chlorophyllfreie Reihe zerfällt. Erstere, früher zu den Algen gestellt, wird als die der

Schizophyceae oder Cyanophyceae, Spaltalgen oder Blaualgen[25]),

auch wohl als Ordnung der Phycochromaceen bezeichnet. Die im Wasser oder auf feuchtem Substrate einzeln lebenden oder zu Fäden, selten zu Scheiben verbundenen, häufig in Gallerte eingebetteten Zellen derselben enthalten einen eigentümlichen blauen Farbstoff (Phycocyan, Phycochrom), welcher mit dem Chlorophyll die Mischfarben von Blaugrün, Spangrün ꝛc. gibt, die für diese Gruppe charakteristisch sind. Eine geschlechtliche Fortpflanzung fehlt ihnen. Die Vermehrung geschieht meistens durch Zweiteilung der Zellen. Sehr selten werden Schwärmzellen gebildet, häufiger Dauerzellen (Dauersporen) dadurch, daß sich einzelne plasmareiche Zellen mit derberer Membran umhüllen und für eine längere Ruheperiode befähigt werden. Bemerkenswert sind gewisse Spaltalgen als Ernährer von Flechten (siehe diese). Zu den auffallendsten Formen gehört das auf feuchter Erde unregelmäßig ausgebreitete, wellig-faltige, zitternde Gallertkolonieen bildende Nostoc commune.

§ 10. In jeder Beziehung wichtiger ist die früher zu den Pilzen gerechnete zweite Ordnung der

Schizomycetes (Bacteriaceae) oder Spaltpilze[26]).

Diese sind der großen Mehrheit nach chlorophyllfreie, winzig kleine und daher oft an der Grenze des mikroskopischen Sehens stehende Zellen; nur wenige Formen (Bacterium viride, B. chlorinum und Bacillus virens) zeichnen sich durch Chlorophyllentwickelung aus. Nach der Form der kernlosen Zellen kann man unterscheiden: Coccen, als kugelige oder sehr wenig einseitig gestreckte Einzelzellen, die wieder als Mikro- und Makrococcen, in älteren Schriften mit anderen heterogenen Dingen zusammen als Monaden bezeichnet werden; — Stäbchenbakterien als einseitig gestreckte cylindrische, selten spindelförmige Einzelzellen resp. kurze Verbände solcher, von denen man wieder Kurzstäbchen (Bacterium im engeren Sinne), Langstäbchen (Bacillus) und Spindelstäbchen (Clostridium) unterscheidet; — und Schraubenbakterien als korkzieherartig gewundene Stäbchen mit engen (Spirillum, Spirochaete) oder schwachen und steilen Windungen (Vibrio der älteren Autoren). Eine scharfe Grenze kann indessen zwischen allen diesen Formen nicht gezogen werden. Bleiben die Bakterienzellen nach der meist immer nur in einer Richtung erfolgenden Zweiteilung im Verbande, so bilden sie einfache (Leptothrix, Mycothrix) oder verzweigte Fäden (Cladothrix). Selten erfolgt wiederholte Zweiteilung in einer Fläche oder, wie bei den würfelförmigen Zellpaketen der Sarcina ventriculi, nach drei Raumrichtungen. Manche Bakterien bilden aber auch noch infolge mehr oder minder starker Quellung zusammenfließender Gallerthüllen kompakte, verschieden geformte Gallertkolonieen, welche als Zoogloea bezeichnet werden.

Nach diesen kurz angedeuteten äußeren Verhältnissen und der allerdings berücksichtigten verschiedenartigen Wirkung der Bakterien auf ihr Substrat wurden früher Arten und Gattungen unterschieden, bis sich bei weiterem sorgfältigem Studium ergab, daß manche Arten einen sehr gleichförmigen Entwickelungsgang zeigen, andere als pleomorphe Spezies in ihren successiven Entwickelungsabschnitten verschiedene, früher als selbständige Gattungen betrachtete Formen durchlaufen. Auf grund dieser Erfahrungen unterscheidet man daher zur Zeit:

Coccaceen, welche nur die Coccenform und die durch Aneinanderreihung von Coccen entstehende Fadenform besitzen (Leuconostoc);

Bacteriaceen, welche in vier Entwickelungsformen als Coccen, Kurzstäbchen, Langstäbchen und Fäden auftreten, wobei letztere aber keinen Gegensatz von Basis und Spitze zeigen und typische Schraubenformen fehlen (Bacterium, Clostridium);

botan. Gesellsch. III. 241 — Tschirch, Beiträge zur Kenntniß d. Wurzelknöllchen d. Leguminosen; ebenda V. 58, wo auch die weitere Litteratur angegeben ist.

24) Zopf, Zur Morphologie d. Spaltpflanzen. Leipzig 1882.

25) Thuret et Bornet, Notes algologiques. I. Paris 1876. — Borzi, in Nuovo Giornale botan. Ital. X, XI; in „Flora" 1878 u. a. O. — Tangl, Zur Morphologie der Cyanophyceen; in Denkschrift. d. Akad. d. Wissensch. Wien, Bd. 48. — ꝛc.

26) Zopf, Die Spaltpilze (aus der Encyklopädie d. Naturwissensch. 1. Abt. Bd. 3 besonders abgedruckt). Breslau, 3. Aufl. 1884. — De Bary, Vorlesungen über Bacterien, 2. Aufl. Leipzig 1887 (desgl. in der Note 16 zitierten vergl. Morphol. S. 490). — Magnin, Les Bactéries. Paris 1878. — Marpmann, Die Spaltpilze. Halle 1884. — Cohn, Koch, Schröter u. a., Untersuchungen über Bacterien, in Cohn's Beiträgen z. Biologie d. Pflanzen I. u. folg. — Nägeli, Die niederen Pilze in ihren Beziehungen zu d. Infektionskrankheiten. München 1877. — Die äußerst umfangreiche Litteratur in den zitierten Schriften nachzusehen.

Leptotricheen, mit Coccen, Stäbchen-, Faden- und Schraubenformen, wobei die unverzweigten Fäden stets einen Gegensatz von (festsitzender) Basis und Spitze zeigen (Leptothrix, Beggiatoa, Crenothrix);

Cladotricheen, von den vorigen durch verzweigte Fäden verschieden (Cladothrix).

Außer durch Zweiteilung der Zelle vermehren sich viele Bakterien durch von den vegetativen Zellen unterschiedene Brutzellen (Sporen), die entweder durch einfache Abgliederung entstehen (arthrospore Bakterien) oder im Inneren einer Mutterzelle aus dem sich mit neuer Membran umhüllenden Plasmakörper hervorgehen (endospore B.). Die Brutzellen der letzteren Formen sind zu längerer (bisweilen mehrere Jahre langer) Ruhe befähigt und zeigen zugleich eine große Widerstandsfähigkeit gegen äußere Agentien, vertragen z. B. je nach den Arten ein halb- bis dreistündiges Kochen in Wasser. Bei der „Keimung" wächst die Brutzelle zur Größe und Form der Mutterzelle heran, von welcher sie gebildet wurde, wobei der mit neuer Membran umkleidete Plasmakörper der jungen Zelle die Sporenhaut in vielen Fällen deutlich sprengt und abstreift. — Geschlechtliche Fortpflanzung geht den Schizomyceten ab.

§ 11. Aus der ganzen Entwickelungsgeschichte der Bakterien geht hervor, daß letztere nur dann als Pilze zu bezeichnen sind, wenn man als solche alle chlorophyllfreien Thallophyten zusammenfaßt. Sonst haben sie mit unzweifelhaften Pilzen nichts gemein. Ihre Verwandtschaft mit den Cyanophyceen ist dagegen unleugbar; sie können geradezu als chlorophyllfreie Schizophyceen bezeichnet werden. Sucht man nach weiterer Verwandtschaft, so wird man wieder zu den Flagellaten geführt (§ 8), zu denen endo- wie arthrospore Bakterien unzweifelhafte Anklänge zeigen. Will man diese Anknüpfung festhalten, so würden von den Flagellaten divergieren: 1. die Schizophytenreihe; 2. die Mycetozoenreihe; 3. die Reihe der chlorophyllführenden Algen, an die sich in aufsteigender Linie die Hauptreihe des Pflanzenreiches, als Seitenzweig die echten Pilze anschließen; 4. die Rhizopoden und Protozoen mit dem an letztere aufsteigend sich anreihenden Tierreiche [27]).

Von besonderen Lebenserscheinungen der Bakterien ist zunächst die freie und lebhafte Beweglichkeit (Schwärmzustand) vieler Formen in ihrer Nährflüssigkeit und unter bestimmten Verhältnissen hervorzuheben. Ob dieselbe durch bisweilen beobachtete cilienartige Anhängsel von fraglicher stofflicher Natur vermittelt wird, ist zur Zeit nicht genügend aufgeklärt.

In bezug auf ihr Substrat sind die Bakterien entweder Saprophyten oder Parasiten. Die Saprophyten verursachen verschiedenartige Spaltungen der Verbindungen ihres Nährsubstrates; sie sind die Fermentorganismen einer Reihe von Gährungs- und Fäulnisprozessen. So erregt Clostridium butyraceum die Buttersäuregährung, Bacterium acidi lactici die Milchsäuregährung, Bacterium aceti die Essiggährung, Leuconostoc mesenterioides die Dextrangährung. Von denjenigen Spaltpilzen, welche Pigmentgährungen bewirken, bei denen intensiv rote, blaue, gelbe ꝛc. Farbstoffe gebildet werden, sind der auf stärkehaltigen Stoffen lebende Micrococcus prodigiosus als Erzeuger sogenannter blutender Hostien, blutenden Brodes ꝛc. und Bacterium cyanogenum als Ursache der „blauen Milch" die bemerkenswertesten Formen. Als der gewöhnliche Fäulniserreger gilt seit Cohn's Untersuchungen [28]) allgemein das allerdings in allen seinen Lebensverhältnissen noch genauer zu prüfende Bacterium Termo. Der Nachweis, in welcher Weise und in welcher Ausdehnung gewisse Bakterieen (neben fast überall im humosen Boden vorkommenden „Schimmelpilzen") an der Zersetzung bestimmter organischer Bestandteile des Bodens beteiligt sind, bleibt weiteren, zur Zeit nicht abgeschlossenen Untersuchungen vorbehalten [29]). In vielen Gewässern, auch im Bodenwasser bis zu 20 m Tiefe, in Wasserleitungen, ist Crenothrix Kühniana Zopf (C. polyspora Rbh.) ein verbreiteter Spaltpilz, der in seiner vollkommensten Entwickelungsform bis 1 cm lange, gegliederte Fäden bildet, der aber durch wiederholte Zweiteilung seiner Gliederzellen auch Stäbchen und Coccen, aus diesen Zoogloea zu entwickeln vermag. Durch lebhafte Vermehrung in Wasserleitungsröhren und Verstopfung der letzteren verursacht er die gefürchtete „Wasserkalamität" [30]).

Parasitisch lebende Spaltpilze kommen als Erreger von Pflanzenkrankheiten nur wenig in Betracht. Bei gewissen Erkrankungen der Hyacinthenzwiebel und des Weizens treten Bakterien auf, die vielleicht Krankheitsursache, möglicherweise aber auch sekundäre Erscheinungen sind, wie Bacillus Amylobacter als weiterer Zerstörer fauler Kartoffeln, die (mit seltener Ausnahme) bereits durch Phytophthora infestans erkrankt waren. In ziemlicher Zahl sind dagegen tierbewohnende Spaltpilze als Kontagium bestimmter Krankheiten erkannt: Bacillus Anthracis als Erreger des Milzbrandes, ein Micrococcus für die Hühnercholera, M. diphthericus für Diphtherie ꝛc. Die nicht abgeschlossenen Kontroversen über den „Kommabacillus" der asiatischen Cholera sind bekannt; für andere Infektionskrankheiten gelten Bakterien mit größter Wahrscheinlichkeit als Kontagien, für eine ganze Reihe der häufigsten Infektionskrankheiten (Flecktyphus, Scharlach, Masern, Pocken) ist der Nachweis bestimmter krankmachender Spaltpilze

---

27) Vgl. De Bary, Vgl. Morphol. d. Pilze S. 514.

28) Beiträge z. Biologie d. Pflanzen I. 169.

29) Frank, Ueber d. Mikroorganismen des Erdbodens; Berichte d. deutsch. bot. Gesellsch. IV. S. CVIII.

30) Zopf, Entwickelungsgeschichte über Crenothrix polyphora, die Ursache der Berliner Wassercalamität. Berlin 1879.

bis jetzt nicht gelungen oder unsicher. Harmlose Bakterien finden sich neben einer ganzen Anzahl von Pilzen stets im Darmkanale, in den sie mit den Speisen gelangen, in welchem sie die günstigsten Bedingungen für ihre erste Entwickelung finden, die sie auf und in den entleerten Fäces abschließen.

3. Klasse. Bacillariaceae (Diatomaceae), Kieselalgen[31]).

§ 12. Trotz des außerordentlichen Interesses, welches diese Klasse durch die äußerst mannigfaltigen und zierlichen Formen ihrer bald einzeln, bald in Kolonieen lebenden Zellen, durch die ebenso wechselnde zierliche Skulptur ihrer Zellwände, die den frei lebenden Formen oft eigene gleitende Bewegung auch bei Laien zu erwecken vermag, kann hier nur kurz des Zusammenhanges wegen auf die Kieselalgen hingewiesen werden. Ihr bisweilen strömende Bewegung zeigender Plasmakörper enthält in Körnern oder Platten einen eigentümlichen gelben bis braunen Farbstoff (Diatomin), der das Chlorophyll vollständig verdeckt. Ihre Membran ist so stark verkieselt, daß nach Zerstörung der Cellulose ein alle Struktureigentümlichkeiten der Zelle wiedergebendes Kieselskelet zurückbleibt. Zudem besteht dieselbe — ein nur bei den Bacillariaceen bekannter Fall — aus zwei nicht organisch verbundenen, sondern nur wie die Ränder einer Schachtel übereinander geschobenen Hälften, welche bei der in der Längsrichtung erfolgenden Zweiteilung der Zelle einfach auseinanderrücken und in welche dann die neue Zellhauthälfte jeder Tochterzelle eingeschachtelt wird. Da die einmal gebildete Zellhaut später nicht mehr wächst, wird ein Teil der Zellen in den folgenden Generationen stetig kleiner, bis endlich diese Zellen durch Auxosporen wieder auf die typische Größe zurückgeführt werden, d. h. durch Bildung großer Zellen, die bald durch einfaches Wachstum des austretenden Plasmakörpers, bei anderen Arten durch Kopulation zweier Plasmakörper erzeugt werden. Andere Fortpflanzungsarten sind nicht bekannt. Diese Charaktere lassen aber die Kieselalgen als eine scharf umschriebene und zugleich isolierte Gruppe erscheinen, die nur in Anbetracht der kopulationsartigen Vorgänge bei der Auxosporenbildung gewisser Arten mit der Algenordnung der Conjugaten, speziell den Desmidiaceen, in Beziehung gebracht werden könnte.

Als Bewohner süßer und salziger Gewässer und nassen Bodens treten Diatomaceen lokal oft in großen Massen auf, braune, meist schleimige Ueberzüge, Flocken 2c. bildend, welche die Kieselskelete der alljährlich in Menge absterbenden Individuen nicht selten nester- oder lagerweise absetzen. Solche hellgraue oder gelbliche bis rein weiße, oft mächtige Lager reichen bis in die Tertiärzeit zurück. Ihre als Bergmehl, Kieselguhr, Polierschiefer oder Tripel bekannten Massen finden in der Dynamitfabrikation Verwendung. Bekannte Fundstätten sind Eger und Bilin in Böhmen, Ebstorf in der Lüneburger Haide (13 m mächtiges Lager), Degernfors in Finland, Richmond in Nordamerika, Oran in Algerien 2c.

4. Klasse. Algae, Algen[32]).

§ 13. Mit den Algen im engeren Sinne, d. h. nach Ausschluß der Schizophyceen (§ 9) und Bacillariaceen (§ 12), begeben wir uns auf das Gebiet unbestrittener Pflanzen und den die zweite große Reihe der Thallophyten bildenden Pilzen gegenüber bezeichnen wir sie kurz als Lagerpflanzen mit Chlorophyll, daher der Assimilation fähig, weder Saprophyten noch Parasiten, wenn auch viele niedere Formen epiphytisch auf andere Pflanzen sich festsetzen, gewisse Formen als Raumparasiten die Hohlräume höherer Pflanzen als geschützte Standorte aufsuchen. Nur in einem Falle ist für eine grüne Alge (Phyllosiphon Arisari in den Blättern der Aroidee Arisarum vulgare) wirklicher Parasitismus in analoger Weise wie bei den Loranthaceen, Rhinanthaceen etc. unter den Phanerogamen bekannt. Damit ist aber auch das einzige durchgreifende (physiologische) Merkmal, welches sie von den Pilzen unterscheidet, angegeben. In sich stellen sie eine reich gegliederte Reihe von höchst einfach organisierten einzelligen bis zu hochentwickelten, wie die Axenpflanzen Differenzierung in Stamm und Blätter aufweisenden Formen dar, die extremen Formen sowohl nach äußerem und innerem Bau, als nach der verschiedenartigen geschlechtlichen Fortpflanzung durch Mittelglieder mannigfach verknüpft. Da mit dem Entwickelungsgange der drei großen Ordnungen das Auftreten besonderer Färbungen korrespon-

31) Pfitzer, Untersuchung. über Bau u. Entwickelung d. Bacillariaceen; in Hanstein's botan. Abhandl. Heft 2. Bonn 1871. — Pfitzer, Die Bacillariaceen; in Encyklopädie d. Naturw. 1. Abt. Bd. II. 403. — Kützing, Die kieselschaligen Bacillarien, 2. Aufl. Nordhausen 1865; mit 30 Taf. — A. Schmidt, Atlas d. Diatomaceenkunde; mit 72 Taf. Aschersleben 1871/82. — Ehrenberg, Microgeologie; mit 41 Taf. Leipzig 1855—56. — In den Arbeiten Pfitzers weitere Litteratur angegeben.

32) Falkenberg, Die Algen im weitesten Sinne; in Encyklopädie d. Naturw. 1. Abt. Bd. II. 159. — Kützing, Phycologia generalis; mit 80 Taf. Leipzig 1843. — Kützing, Tabulae Phycologicae; 15 Bde. mit 1500 kol. Taf. Nordhausen 1845/65. — Rabenhorst, Flora europaea algarum aquae dulcis et submarinae; 3 Bde. Leipzig 1864/68. — Hauck, Die Meeresalgen (Bd. 2 der Rabenhorst'schen Kryptogamenflora); Leipzig 1885. — Agardh, Species genera et ordines algarum, 3 Bde., Leipzig 1848/80.

biert, unterscheidet man dieselben direkt als Grün-, Braun- und Rotalgen. Von diesen stehen die meist im süßen Wasser oder auf feuchtem Substrate lebenden, in geringerer Anzahl meerbewohnenden

Chlorophyceae, Grünalgen,

auf der untersten Stufe. In ihren bald einzeln frei oder nur zu lockeren Kolonieen verbunden lebenden, bei anderen einfache oder verzweigte Fäden oder laubartige Flächen bildenden Zellen ist das Chlorophyll nur ausnahmsweise durch einen anderen Farbstoff verdeckt, sie erscheinen daher rein grün gefärbt. Die Mehrzahl zeichnet sich ferner durch grüne Schwärmzellen als Organe der ungeschlechtlichen Fortpflanzung aus, welche ihre Wimpern zu 2 oder 4 auf der Spitze oder in einem Kranze am farblosen Vorderende, selten zahlreich auf der gesamten Körperfläche tragen. Bei den einzelligen Palmellaceen ist neben der Zweiteilung der Zelle nur diese Schwärmzellenbildung bei einzelnen Formen bekannt. Die geschlechtliche Fortpflanzung besteht bei den Conjugaten in einer Kopulation der aus den meist frei lebenden Zellen austretenden oder aus den vorher verwachsenden Zellen unverzweigter Fäden von Zelle zu Zelle übertretenden unbeweglichen Plasmakörpern. Die niederen Formen der durch ihre Wimpern und freie Beweglichkeit im Wasser an die Flagellaten (§ 8) sich anschließenden Volvocineen kopulieren mittelst gleichgestalteter Planogameten, während höher organisierte (wie Volvox) eine Eibefruchtung durch kleine zweiwimperige Spermatozoiden zeigen. Das Gleiche gilt für die durch die oft eigentümliche Gliederung der großen schlauchförmigen Zelle ausgezeichneten Siphoneen, während von den einzellig frei lebenden oder zu Netzen (Hydrodictyon) oder Scheiben verbundenen Protococcaceen nur Kopulation gleicher oder ungleich großer Planogameten bekannt ist. In der großen Unterordnung der einfache oder verzweigte Zellenreihen bildenden Confervoideen begegnen wir zunächst der Planogameten-Kopulation, bei höher entwickelten Formen wieder der Geschlechterdifferenzierung in Oogonien mit Eiern und Antheridien mit Spermatozoiden, während die Gattung Coleochaete zu den Rotalgen dadurch hinüberneigt, daß ihr Oogonium eine der Aufnahme des Spermatozoides dienende Trichogyne (§ 6) besitzt und nach der Befruchtung von dasselbe umwachsenden Thalluszweigen fruchtartig berindet wird. Eine Berindung aus 5 spiralig gewundenen, in ein Krönchen endenden Thallusästen zeigt auch, und zwar schon vor der Befruchtung, das Oogonium der Armleuchterpflanzen oder Characeen, die durch ihre eigentümliche Gliederung des oft kompliziert gebauten Körpers den Tausendblättern (Myriophyllum) unserer Gewässer entfernt ähnlich sind.

Dem Forstmanne sind diese Algen nur insofern bemerkenswert, als ihm gewisse mikroskopisch kleine einzellige Formen der Palmellaceen (Palmella) und Protococcaceen (Pleurococcus, Protococcus, Cystococcus) als die grünen Anflüge der Bäume, alter Zäune, von Steinen 2c. überall begegnen und dieselben als die vorwiegenden assimilierenden Ernährer der parasitischen Flechtenpilze resp. der Flechten Bedeutung haben.

§ 14. Von den anderen beiden hier nur flüchtig zu skizzierenden Ordnungen zeigen die nur meerbewohnenden

Phaeophyceae, Braunalgen, Tange,

von winzig kleinen, einfach fädigen bis zu Stamm und Blätter entwickelnden mächtigen Formen — Macrocystis pirifera besitzt bis 300 m lange tauartige Stämme und meterlange Blätter — eine reichgegliederte Formenreihe. Alle sind durch einen das Chlorophyll verdeckenden braunen Farbstoff, das Phycophaeïn, ausgezeichnet. Auch die ungeschlechtlichen Schwärmzellen sind durch braune Färbung auffallend; sie tragen außerdem ihre beiden Cilien an der Basis des farblosen Vorderendes. Die geschlechtliche Fortpflanzung wird in verschiedener Abstufung durch Kopulation sich gleichwertig verhaltender Planogameten bis durch charakteristische Eibefruchtung in der schon im § 6 für Ectocarpus, Cutleria und Fucus erwähnten Weise vollzogen. Für die Küstenbevölkerung sind die größeren Arten gewisser Gattungen (Laminaria, Fucus u. a.) teils als Nahrungsmittel oder Dünger, teils zur Darstellung des aus der Asche gewonnen Jod von Bedeutung. Sargassum bacciferum (Beerentang) bildet in seinen an der Meeresoberfläche flutenden Massen die Kraut- oder Sargassoseen des atlantischen Ozeans und anderer Meere.

Nicht minder formenreich ist auch die Ordnung der

Rhodophyceae (Florideae), Rotalgen,

welche außer wenigen Süßwasserbewohnern (Batrachospermum oder Froschlaichalge) vorzüglich Meeresalgen umfaßt, alle von blaß rosenroter bis tief purpurner oder violetter Färbung, welche durch das das Chlorophyll verdeckende rote Phycoerythrin bedingt wird. Ihre ungeschlechtliche Fortpflanzung wird durch unbewegliche, meist zu vieren in ihrer Mutterzelle entstehenden Brutzellen (Tetrasporen) vermittelt, die geschlechtliche durch die schon im § 6 erwähnten Prokarpien mit Trichogyne als weiblichen und in Antheridien erzeugten unbeweglichen Spermatien als männlichen Organen, welche mit der Trichogyne kopulieren und das Prokarp zur Weiterentwickelung zur verschieden gebauten Sporenfrucht veranlassen. Auch aus dieser Gruppe werden

von den Küstenbewohnern gewisse Formen als Nahrungsmittel resp. als Viehfutter, zur Düngung ꝛc. benutzt oder zu arzneilichen Zwecken gesammelt.

5. Klasse. Fungi, Pilze [33]).

§ 15. Pilze im engeren Sinne (Eumycetes) nennen wir im Gegensatze zu den Algen alle chlorophyllfreien Thallophyten, einschließlich der Flechten, aber mit Ausschluß der in §§ 8 und 10 charakterisierten Myxo- und Schizomyceten, wobei wir jedoch nicht vergessen, daß außer dem physiologischen Merkmale des Chlorophyllmangels und der durch letzteren bedingten Lebensweise als Saprophyten oder Parasiten, auch in der Gesamtentwickelung der Formen die Klasse als eine zusammenhängende Gruppe sich darstellt. Von wenigen niedrigst organisierten Ordnungen abgesehen, wächst die keimende Spore zu einem sich mehr oder weniger verzweigenden, querwandlosen oder meist durch Querwände zellig gegliederten, durch Spitzenwachstum seiner Zweige sich vergrößernden Schlauche oder Faden, resp. Thallus aus, dessen Aeste man als Hyphen bezeichnet. Den rein vegetativen, der Ernährung dienenden, auf oder in dem Nährsubstrate sich ausbreitenden Teil dieses Thallus unterscheidet man als Mycelium, die auf ihm sich erhebenden Fortpflanzungsorgane als Fruchtträger. Die anfangs farblose, später oft gefärbte, bald zarte, bald derbe, in gewissen Fruchtkörpern oft teilweise in Gallerte übergehende Membran der Hyphen besteht aus mit Jod und Schwefelsäure sich allermeist nicht bläuender, in Kupferoxydammoniak unlöslicher Pilzcellulose, der aber bei gewissen Flechten sogenannte Flechtenstärke beigemengt ist, welche eine Blaufärbung mit Jod allein bedingt. Der Inhalt der Hyphen ist farbloses Protoplasma mit oft bedeutenden Mengen farbloser oder bisweilen gefärbter Fetttropfen.

Bei der Mehrzahl der Pilze tritt das Mycel in Form freiverzweigter Hyphen auf, die allerdings dort, wo sie aufeinander treffen, oft mit einander verwachsen und unter Lösung der trennenden Wandstücke in offene Verbindung treten können. Bei gewissen Pilzen vereinigen sich aber zahlreiche Mycelhyphen zu wurzelartigen oder auch band- bis plattenförmigen Mycelsträngen, indem sie unter gemeinsamem Spitzenwachstum sich dicht verflechten oder mit einander verwachsen. Solche Mycelbildungen wurden früher vielfach als eigene Gattungen beschrieben, wie z. B. die schwarzberindeten Mycelien des Hallimasch (Agaricus melleus) ihres meist wurzelartigen Aussehens wegen als Rhizomorpha. In anderen Fällen bilden sich gleichfalls durch Verflechtung und Verwachsung von Mycelhyphen knollenförmige und meist dunkelrindige Körper verschiedener Größe und Form, die — früher unter dem Gattungsnamen Sclerotium den Bauchpilzen zugezählt — noch jetzt als Sklerotien bezeichnet werden und stets Dauerzustände (Dauermycelien) sind, welche als Reservestoffe Plasma mit auffallenden Quantitäten von Fett aufgespeichert haben und zu einer längeren Ruheperiode und während derselben zur Austrocknung befähigt sind. Das bekannteste Sklerotium ist das „Mutterkorn" des Getreides als Dauermycelium der Claviceps purpurea.

§ 16. Die ausgiebigste Vermehrung der Pilze ist diejenige durch Brutzellen. Bei gewissen niedrig organisierten Formen, wie den wasserbewohnenden Chytridiaceen und Saprolegniaceen, sind dieselben farblose Schwärmzellen; meist jedoch treten sie als membranumhüllte, unbewegliche, sehr kleine, in Masse als Staub erscheinende Zellen oder

---

33) De Bary, Vergleichende Morphologie u. Biologie d. Pilze; Leipzig 1884. — Brefeld, Botanische Untersuchungen üb. Schimmelpilze, Heft 1—6; Leipzig 1872/84 — Winter, Die Pilze (Bd. 1 von Rabenhorsts Kryptogamenflora), Leipzig seit 1884. — Weitere Litteratur vgl. im Verlaufe d. folg. Darstellung. — Das Studium der Pilze und der durch sie verursachten Krankheiten setzt — wie das der übrigen Kryptogamen nicht allein, sondern die gesamte wissenschaftliche Botanik überhaupt — völlige Vertrautheit mit dem Mikroskope und den Methoden mikroskopischer Untersuchung voraus.

kleine Zellenkörper auf, die hier allgemein **Conidien** genannt und selten endogen durch Teilung des Plasma's ihrer Mutterzelle (so bei Mucor), meist akrogen durch Abschnürung gebildet werden. Die sie erzeugenden Fruchtträger erheben sich bald als einzelne freie, einfache oder verzweigte Hyphen auf dem Mycelium (Peronospora, Phytophthora, Penicillium etc.); bald bilden sie in größerer Anzahl dicht gedrängt ein unregelmäßiges oder charakteristisch geformtes und im letzteren Falle oft von einem aus verflochtenen Hyphen bestehenden Gehäuse umgebenes (Schlauchpilze) oder auf der Oberfläche (Hutpilze) oder in Kammern (Bauchpilze) eines aus zahlreichen Hyphen verflochtenen, oft mächtigen, eigenartig gestalteten Fruchtkörpers ausgebreitetes **Sporenlager** (**Hymenium**). Im einfachsten Falle wird die Conidie durch eine Scheidewand von dem unveränderten oder nur schwach anschwellenden Hyphenende als später sich ablösende Zelle abgegliedert; in anderen Fällen nimmt die Conidien abgliedernde Endzelle einer Hyphe besondere Form an, sie wird zur **Stützzelle** (**Basidie**) der Brutzelle und treibt oft erst wieder besondere pfriemenförmige Ausstülpungen oder **Sterigmen**, an deren Spitze die Conidien als blasige Anschwellungen entstehen (Basidiomyceten). Weitere charakteristische Eigentümlichkeiten zwischen oft nahe verwandten Formen werden dadurch bedingt, ob die Conidien stets nur einzeln von den Fruchtträgerästen, resp. Basidien (Peronospora), oder succedan unter einander in Reihen oder Ketten abgegliedert werden (Cystopus).

Die Mehrzahl der Conidien zeigt nur geringe Widerstandsfähigkeit gegen äußere Agentien; sie ist daher, günstige Bedingungen und vor allem Zufuhr des bei der Entwickelung der Pilze überhaupt einen wichtigen Faktor bildenden Wassers (resp. Feuchtigkeit) vorausgesetzt, nur innerhalb einer relativ kurzen, aber nach Arten 2c. verschieden langen Zeit, oft unmittelbar nach der Reife keimfähig. Schwärmzellen gehen vorher unter Abrundung und Umhüllung mit einer Membran in Ruhe über, ja es können aus dem Plasmainhalte der Conidien als erstes Keimungsstadium zunächst Schwärmzellen, von diesen aus erst Mycelien entwickelt werden (viele Peronosporeen). Meist wachsen aber die Conidien direkt zu einem **Keimschlauche** aus, der gewöhnlich wieder direkt zum typischen Mycelium oder Thallus heranwächst, in anderen Fällen (vielfach bei Brand- und Rostpilzen) nach kurzer Längsstreckung sein Wachstum einstellt und eine geringe Anzahl kleiner Brutzellen oder **Sporidien** akrogen abgliedert, die den Mutterconidien stets ungleichartig sind und ihrerseits erst ein gewöhnliches Mycelium erzeugen, dem gegenüber der begrenzt wachsende Keimschlauch der gewöhnlichen Conidie den Namen **Promycelium** führt.

§ 17. Die geschlechtliche Fortpflanzung (vgl. § 6), bis jetzt erst für verhältnismäßig wenige Ordnungen, resp. Gattungen bekannt, für verwandte Formen oft im höchsten Grade wahrscheinlich, bei bestimmten Ordnungen, wie den Basidiomyceten, aber dem ganzen Entwickelungsgange nach ausgeschlossen, tritt uns in einfachster Form als Kopulation eigentümlicher, aber unter sich gleich gestalteter Myceläste entgegen, deren Produkt eine für eine Ruhezeit ausgerüstete Zygospore ist (Zygomycetes). Bei der den Peronosporeen verwandten kleinen wasserbewohnenden Gattung Monoblepharis wird das einzige Ei des Oogoniums durch ein schwärmzellenartiges Spermatozoid befruchtet, während bei den Peronosporeen das Antheridium sich an das Oogonium legt, einen Befruchtungsschlauch in dasselbe hineinsendet und durch die geöffnete Spitze desselben einen bestimmten Teil seines Protoplasmas in das Ei übertreten läßt, das sich dann unter Umhüllung mit einer Membran direkt zur Eispore umwandelt. In der Reihe der Schlauchpilze, die ihre Sporen meist zu 8 in gewöhnlich keulenförmigen Schläuchen ausbilden, beginnt die sexuelle Fruchtentwickelung bei den wenigen in dieser Beziehung genau bekannten Gattungen mit dem Auftreten eines verschieden gestalteten, ein- oder mehrzelligen Archikarps als weiblichen Organes, mit dem das gleichfalls in verschiedener Form entwickelte Antheridium direkt verwächst, wenn das Archikarp an der Oberfläche des Thallus, resp. Myceliums entsteht.

Liegt dasselbe aber, wie z. B. bei den Flechten, im Inneren des Thalluskörpers, so wird einmal die Entwickelung einer die Empfängnis vermittelnden, an die Thallusoberfläche wachsenden Trichogyne notwendig, und die Antheridienzweige entstehen dann in besonderen Behältern, den Spermogonien, in welchen sie die sporenähnlichen männlichen Zellen oder Spermatien abschnüren, welche der Trichogyne passiv zugeführt werden und mit dieser kopulieren. In beiden Fällen wird nach der Befruchtung der Geschlechtsapparat oder nur das Archikarp von einer geschlossenen Hülle steriler, die Wand des Fruchtkörpers bildender Hyphen umwachsen, innerhalb welcher die weibliche Zelle durch direkte Aussprossung oder unter Vermittelung sogenannter askogener und zu einem Hymenium sich vereinigender Hyphen die Sporenschläuche erzeugt. Die geschlechtlich erzeugten Sporen sind entweder direkt nach ihrer Reife keimfähig, wie bei den meisten Schlauchpilzen, oder es ist ein auf die Reife folgender Ruhezustand zur Erlangung der Keimfähigkeit notwendig, wie bei den Zygomyceten und Peronosporeen. Bei der Keimung werden dieselben Verschiedenheiten beobachtet, welche im vorigen Paragraphen für die Conidien angegeben wurden.

Aus der direkt oder indirekt geschlechtlich erzeugten Spore, resp. bei Apogamie (§ 6) aus einer derselben homologen Fortpflanzungszelle geht bei der Keimung in der Regel eine Generation hervor, welche nicht Geschlechtsorgane, sondern ungeschlechtliche Brutzellen irgend welcher Form produziert. Die aus den Brutzellen einer solchen geschlechtslosen Generation entstehende neue Generation kann abermals geschlechtslos sein, d. h. wieder nur Brutzellen entwickeln und so fort, bis endlich eine Generation wieder sexuelle oder ihnen homologe Organe erzeugt und damit den Gesamtentwickelungsgang abschließt. Eine derartige rythmische Folge von Wechselgenerationen, ungeschlechtlichen und einer geschlechtlichen, bezeichnen wir als Generationswechsel. Derselbe ist auch bei den Algen vielfach vorhanden; bei den höher organisierten Kryptogamen, von den Moosen ab, tritt er in noch schärfer ausgeprägter Form auf.

§ 18. Infolge der durch den Chlorophyllmangel bedingten Unfähigkeit, assimilieren zu können, sind die Pilze zu saprophytischer oder parasitischer Lebensweise gezwungen. Saprophyten sind die Mehrzahl und das Endresultat ihres Vegetationsprozesses ist, genügende Sauerstoffzufuhr vorausgesetzt, eine Verbrennung des Nährsubstrates. Spezifische Gährwirkungen sind von Saccharomyces und Mucor-Arten bekannt.

Neben reinen Saprophyten, die ihre ganze Entwickelung nur auf totem organischen Substrate vollenden (Mistbewohner, wie z. B. Sordaria), gibt es solche, welche dies zwar in normalen Fällen auch thun, die aber andererseits ihren Entwickelungsgang auch vollständig oder zum Teil als Parasiten durchzumachen vermögen und daher als fakultative Parasiten bezeichnet werden (Agaricus melleus, Nectria cinnabarina etc.). Obligate Parasiten im strengsten Sinne leben erfahrungsmäßig nur als Schmarotzer (Erysiphe, Peronospora, Flechten ꝛc.); fakultative Saprophyten dagegen sind solche Parasiten, die unter Umständen auch saprophytisch leben können, ohne dann aber ihre volle Entwickelung zu erreichen (Phytophthora omnivora, manche Brandpilze). Nach dem Orte ihrer Ansiedelung auf dem Wirte sind die Parasiten entweder epiphyte, deren Mycel auf der Oberfläche des befallenen Organes vegetiert, jedoch bestimmte Myceläste als Haft- und Saugorgane (Haustorien) in die Epidermiszellen sendet (Erysipheen) — oder endophyte, im Inneren der Organe lebende und bei pflanzlichen Parasiten entweder in den Intercellularräumen des Gewebes vegetierende und gleichfalls Haustorien entwickelnde (intercellulare — z. B. Phytophthora, Peronospora) oder die Zellen selbst durchwachsende (intracellulare, z. B. Chytridiaceen, holzbewohnende Basidiomyceten).

Auch bezüglich des Eindringens des Keimschlauches verhalten sich die Parasiten insofern verschieden, als bei gewissen Formen der Eintritt nur durch die Spaltöffnungen erfolgen kann (Uredo- und Aecidiumsporen der Rostpilze), während bei der Mehrzahl

der Keimschlauch sich durch die festen Membranen der Oberhaut einbohrt. Letztere Art der Infektion, die Durchwachsung der Membranen seitens der Haustorien, desgleichen des gesamten Myceliums intracellularer Endophyten setzt voraus, daß von dem Keimschlauche, resp. Mycelium ein spezifisch wirkendes unorganisiertes Ferment ausgeschieden wird, das die Lösung der Membranen, resp. der Stärkekörner oder der Bestandteile des Plasmas bewirkt, bisweilen in bestimmter Reihenfolge, wie z. B. von Trametes radiciperda und T. Pini zuerst das Lignin, dann die Cellulose und endlich die Mittellamelle der Holzzellenwände gelöst wird [34]). Partielle oder totale Zerstörung bestimmter Gewebe oder Organe durch diese teilweise Vernichtung oder völlige Tötung des Wirtes sind die Folge derartiger Eingriffe.

Neben einfach zerstörend wirkenden Parasiten gibt es auch solche, welche eine mehr oder minder auffällige Umgestaltung der befallenen Organe verursachen, die sich in den meisten Fällen in einem abnorm gesteigerten Wachstum und infolge dessen monströser Vergrößerung und Anschwellung (Hypertrophie, z. B. Krebsbeulen der Tanne durch Aecidium elatinum), im Auftreten von Auswüchsen verschiedener Form (durch Diplodia gongrogena erzeugte Pilzkröpfe der Aspe) ꝛc. äußert, die man insgesamt passend als Pilzgallen (Mycocecidien) bezeichnet, die in anderen Fällen ohne oder ohne auffällige Hypertrophie erfolgt, wie bei Bildung jener abnormen Sprossungen, die als „Hexenbesen“ bekannt sind.

§ 19. In der Wahl ihres Wirtes sind manche Parasiten strenge an nur eine bestimmte Nährspezies gebunden (Chrysomyxa Abietis); andere bewohnen einen kleineren oder größeren Kreis verwandter Wirtspezies (die meisten Brand- und Rostpilze, Peronosporeen etc.) und gehen hie und da nur ausnahmsweise auf nicht verwandte Arten über, während noch andere Pflanzen der verschiedensten Verwandtschaftskreise befallen (Phytophthora omnivora, viele Erysiphe-Arten). Die physiologischen Ursachen derartiger Auswahl präzis anzugeben, ist zur Zeit kaum möglich, wenn es sich auch selbstverständlich dabei wesentlich um physikalische und chemische Eigenschaften, resp. Unterschiede handelt. Wie aber eine Auswahl nach Wirtspezies konstatiert wird, muß eine solche nur minder scharf hervortretende, manchmal kaum oder nicht bemerkbare Auswahl in gewissem Maße auch nach Individuen derselben Art, sowie nach Entwickelungs-, resp. Altersstufen des Individuums auf grund verschiedener chemischer, physikalischer und anatomischer Beschaffenheit bestehen. So läßt sich nach De Bary für gewisse Arten der Gattungen Pythium und Sclerotinia nachweisen, daß die Individuen derselben Wirtspezies je nach relativem Wassergehalte auch ungleiche Empfänglichkeit und Widerstandsfähigkeit für die Angriffe des Parasiten haben, für letztere verschieden disponiert sind. Mit Beziehung auf den Wirt gibt es also eine Prädisposition desselben für den Angriff eines Parasiten, die man im Falle einer individuellen Prädisposition und, wenn der Parasit in der erfahrungsmäßig normalen Vegetation des Wirtes eine Störung, Krankheit hervorruft, als krankhafte Prädisposition zu bezeichnen pflegt. „Das kann zutreffen, insofern die Prädisposition für den Angriff des Parasiten verbunden sein kann mit Abweichungen von dem Zustande, den man erfahrungsmäßig den gesunden nennt. Es muß aber nicht immer zutreffen, denn es ist kein Grund vorhanden, daß die Disposition für Parasitenangriff jedesmal einen Zustand anzeigt, welcher auch dann krankhaft genannt werden darf, wenn kein Parasit vorhanden ist [35]).“ Hier muß von Fall zu Fall entschieden und in der Beurteilung des Einzelfalls, die größte Vorsicht geübt werden. Wenn, wie De Bary als auffälliges Beispiel anführte

34) Spezielle Angaben in dieser Richtung sind zu vgl. bei De Bary, a. a. O. S. 378 u. f. — R. Hartig, Die Zersetzungserscheinungen des Holzes d. Nadelholzbäume u. d. Eiche; Berlin 1878.

35) De Bary, Vorlesungen üb. Bacterien, S. 89.

... Beete mit Gartenkresse (Lepidium sativum) etwa zur Blütezeit unter Hunderten ... Pflanzen nur wenige die eigentümliche Erkrankung durch den weißen Blasenrost (Cystopus candidus) zeigen, der unzählige sofort entwickelungsfähige Conidien erzeugt, welche auch auf dem Beete die Bedingungen zur ersten Entwickelung finden, durch welche die Krankheit äußerst ansteckend ist und welche dennoch die zahlreichen gesunden Nachbarn nicht krank machen, so würde man darin vielleicht einen flagranten Fall individueller und krankhafter Prädisposition der wenigen befallenen Pflanzen erblicken. In Wirklichkeit ist aber jede gesunde Kressepflanze für die Angriffe des Parasiten gleich empfänglich, nur ist die Empfänglichkeit an ein bestimmtes Entwickelungsstadium gebunden, muß die Infektion an den Kotyledonen stattfinden, von denen aus allein das Mycelium kräftig wachsend sich in der heranwachsenden Wirtpflanze verbreiten und die Krankheit erzeugen kann. In sämtliche übrigen Teile der Kresse vermögen die Keimschläuche nur eine kurze Strecke einzudringen. Sind also die Kotyledonen nicht mehr vorhanden, bleibt die Pflanze geschützt; die übrigen Pflanzen des Beetes sind gesund geblieben, nicht weil sie nicht krankhaft prädisponiert waren, sondern weil sie die allein maßgebende Zeit der Altersprädisposition überschritten hatten.

§ 20. Bezüglich des Systemes der Pilze soll hier die Darstellung desselben durch De Bary (a. a. O.) zu Grunde gelegt werden. Darnach unterscheiden wir eine Ascomycetenreihe als Hauptreihe, der sich die Chytridiaceen, Ustilagineen und Basidiomyceten als divergierende oder der Stellung nach zweifelhafte Gruppen anschließen. In ersterer unterscheiden wir die Ordnungen der Phycomycetes, Ascomycetes und Aecidiomycetes nach folgenden Hauptcharakteren:

Phycomycetes: Mycel meist als verzweigter, querwandloser Schlauch entwickelt; geschlechtliche Fortpflanzung durch Kopulation gleichgestalteter Aplanogameten oder durch Oogonien und Antheridien. Als Nebenreihen schließen sich die Ordnungen der Chytridiaceen, Entomophthoreen und Ustilagineen an.

Ascomycetes: Mycelium durch Querwände gegliedert, vielzellig; Sporenbildung endogen in schlauchförmigen Zellen, welche mit seltenen Ausnahmen in einen Fruchtkörper eingeschlossen und im Falle geschlechtlicher Fortpflanzung das Produkt eines durch ein Antheridium direkt oder durch Spermatien befruchteten Archikarps sind. Als zweifelhafte Ordnung die Saccharomycetes anschließend.

Aecidiomycetes: Mycelium durch Querwände vielzellig; Sporen in wahrscheinlich sexuell erzeugten Sporenfrüchten durch akrogene Abschnürung auf Basidien gebildet. An diese sich anschließend die

Basidiomycetes mit ungeschlechtlich entstehenden, mächtige Conidienträger darstellenden Fruchtkörpern, welche die Conidien auf Basidien abschnüren.

1. Ordnung. Phycomycetes, Algenpilze[36]).

§ 21. Den Namen der Algenpilze verdankt diese Ordnung dem meist querwandlosen, schlauchförmigen Mycelium, durch welches sie an gewisse Schlauchalgen oder Siphoneen (§ 13), speziell an Vaucheria, sich anschließen. Ihre ungeschlechtliche Vermehrung wird durch Schwärmzellen (Saprolegniaceen) oder durch Conidien vermittelt, welche entweder direkt keimen oder aber als Sporangien zunächst auch Schwärmzellen und durch diese neue Generationen erzeugen. Die geschlechtliche Fortpflanzung findet entweder durch Kopulation gleichgestalteter Aplanogameten und aus der Kopulation hervorgegangene Zygosporen statt (Zygomycetes); oder sie erfolgt durch Eibefruchtung mittelst bestimmter Teile des Antheridienplasmas, die aber nur in einem Falle (Monoblepharis) Spermatozoidenform annehmen.

Von den hierher gehörenden Unterordnungen sind die forstlich allein wichtigen

Peronosporeae[37])

mit Ausnahme einiger Pythium-Arten endophyte intercellulare Parasiten mit unregelmäßig

36) De Bary, Beiträge z. Morphol. u. Physiol. d. Pilze II. IV. Frankfurt a. M. 1866/81.

37) De Bary, Recherches sur le développement de quelques champignons parasites; Annales d. scienc. natur. 4. sér. XX; ferner Beiträge z. Kenntniß d. Peronosporeen, in Botan. Zeit. 1881, sowie Vergleich. Morphol. S. 143 u. f u. die unter 35 citierten Arbeiten.

meist reich verzweigtem Mycel, mit durch Schwärmzellen (Pythium) oder allermeist durch auf einfachen Fruchtträgern kettenweise (Cystopus) oder an verzweigten Conidienträgern einzeln abgeschnürten Conidien (Peronospora, Phytophthora) stattfindender ungeschlechtlicher und im Inneren des Wirtes durch Oogonien und Antheridien vollzogener geschlechtlicher Fortpflanzung. Ihr Entwickelungsgang mag zuerst an der einzigen forstlich in Betracht kommenden Art, der

Phytophthora omnivora De Bary (Ph. Fagi R. Hartig; Peronospora Cactorum Cohn u. Lebert; P. Sempervivi Schenk)[38]) erläutert werden. Das relativ dicke, zuletzt ordnungslose Querwände zeigende Mycel dieses Parasiten lebt in den parenchymatischen Geweben, vornehmlich der Rinde und Blätter seiner Wirtpflanzen sowohl intercellular und kleine blasenförmige Haustorien in die benachbarten Zellen hineinsendend, als auch im Inneren der letzteren. Seine dünnen und zunächst unverzweigten Conidienträger treten sowohl durch die Spaltöffnungen als auch durch die von ihnen durchbohrten Wände beliebiger Oberhautzellen einzeln bis in dichten Rasen an die Oberfläche der infizierten Organe. Hier schwillt ihr Scheitel blasig an und gliedert sich als große zitronenförmige, am Grunde kurz gestielte Conidie ab. Unter dieser treibt dann der Conidienträger meist noch einen kurzen Seitenzweig, welcher die erste Conidie an die Seite drängt und an seiner Spitze eine zweite Conidie erzeugt. In Wasser gelangend entwickeln die abgefallenen Conidien entweder direkt einen oder mehrere Keimschläuche, welche sich sofort durch die Oberhaut der befallenen Pflanze einbohren, oder erst eine sekundäre Conidie erzeugen; oder sie werden zu Sporangien, in denen durch Teilung des Protoplasmas bis 50 und mehr sehr kleine meist rundliche, mit einer sehr zarten Wimper versehene Schwärmzellen sich bilden, welche durch eine im Scheitel der Conidie entstehende Oeffnung austreten, sich kurze Zeit im Wasser bewegen, dann zur Ruhe kommend sich mit zarter Membran umhüllen und sofort zu einem Keimschlauche auswachsen, der sich durch die Epidermiszellwände (mit Vorliebe an der Grenze zweier Oberhautzellen) einbohrt und weiter ins Innere des Wirtes wachsend zum neuen Mycelium wird. Nach einer Reihe ungeschlechtlicher Generationen werden von der letzten derselben am Mycelium und zwar mit seltenen Ausnahmen im Inneren des Wirtes sowohl inter- als intracellular die Geschlechtsorgane entwickelt: auf kurzen Seitenästen als terminale Anschwellung derselben (selten interkalar) birnförmige bis kugelige Oogonien mit nur einem aus dem größten Teile des fettreichen Protoplasmas sich differenzierenden kugeligen Ei, und ebenfalls auf kurzen Seitenästen, oft am Oogonienträger selbst, kleinere schief-eiförmige bis keulenförmige Antheridien, die sich dem Oogon anlegen, einen Befruchtungsschlauch in dasselbe treiben und einen Teil des Plasmas an das Ei abgeben. Letzteres umhüllt sich darauf mit einer zuletzt derben, glatten, farblosen oder blaß gelblichbraunen Membran. Mit den verfaulenden Pflanzenteilen gelangen die Eisporen in den Boden, in dem sie bis mindestens 4 Jahre keimfähig ruhen können und frühestens im folgenden Frühlinge in der Weise keimen, daß die zarte Innenschicht ihrer Membran zur berstenden derberen Außenschicht als kurzer Keimschlauch auswächst, der an seinem Ende eine große Conidie und in dieser Schwärmzellen erzeugt, welche die im Boden befindlichen Organe junger Nährpflanzen infizieren. Unwesentliche Modifikationen innerhalb dieses Entwicklungsganges, wie sie auch bei anderen Pilzen auftreten, sind in den citierten Schriften nachzusehen.

Der auf Saatbeeten sehr verderblich auftretende Parasit befällt die Keimlinge der Buche, des Spitz- und Bergahorns, der verschiedensten Nadelhölzer (Kiefer, Fichte, Tanne, Lärche), wohl auch anderer Pflanzen, oft schon in dem ersten Keimungsstadium und bevor

38) De Bary, in Botan. Zeit. 1881, S. 585, Taf. 5, Fig. 33—41. — R. Hartig, Der Buchenkeimlingspilz, Ph. Fagi; Untersuch. a. d. forstbotan. Instit. München I. 33, Taf. 3; desgl. Baumkrankh. S. 42, Taf. 1.

sie über den Boden treten. Bei der Buche macht sich die Erkrankung äußerlich in einem Schwarzwerden der Wurzel, mißfarbigen Flecken am Stämmchen, den Samenlappen, wohl auch den ersten Laubblättern bemerkbar, je nachdem der Parasit rascher oder weniger rasch in den Geweben sich verbreitet und die Pflanze früher oder später tötet, bei feuchter Witterung unter Fäulnis und Umfallen, bei trockener unter Braunwerden und Vertrocknung des Wirtes. Ahorne verhalten sich ähnlich, oft unter Auftreten vom Grunde der Kotyledonen ausgehender schwarzer Striche am Stämmchen. Nadelholzkeimlinge pflegen infolge von Fäulnis der Wurzel und des unteren Teiles des hypokotylen Gliedes umzufallen und dann zu vertrocknen. Vorsichtige Entfernung und Vernichtung der erkrankten und getöteten Pflanzen aus den Saatbeeten, Förderung der Verdunstung durch Entfernung etwaiger Schattenvorrichtungen, namentlich auch die Nichtwiederbenutzung von Saatkämpen zu gleichen Zwecken dürften die wirksamsten Mittel zur Bekämpfung des Parasiten sein.

Von anderen Arten der Gattung ist Phytophthora infestans De Bary, von welcher man bis jetzt allerdings keine Geschlechtsorgane kennt, als Ursache der Kartoffelkrankheit bemerkenswert. Die Verbreitung der Krankheit von Jahr zu Jahr erfolgt hier durch in den Kartoffelknollen überwintertes und in die Triebe auswachsendes Mycel. — Die Arten der Gattung Peronospora unterscheiden sich wesentlich dadurch, daß unter der terminalen Conidie der Aeste von Haus aus baumartig verzweigter, aus den Spaltöffnungen hervortretender Fruchtträger keine weiteren Conidien erzeugt werden. Unter ihnen ist die amerikanische aber zu uns eingewanderte P. viticola De Bary auf dem Weinstocke (falscher Mehlthau des W.) gefährlich[39]). — Cystopus schnürt die Conidien kettenweise auf unter der weiß-blasig sich abhebenden und schließlich aufreißenden Epidermis des Wirtes lagerweise dicht beisammen stehenden einfachen Trägern ab und ist in C. candidus ein gemeiner Parasit auf Cruciferen (§ 19).

§ 22. Den Peronosporeen schließt sich die Ordnung der Saprolegniaceen (Achlya, Saprolegnia) an[40]): saprophytisch im Wasser lebende Pilze, welche sich ungeschlechtlich durch Schwärmzellen, geschlechtlich ähnlich den Peronosporeen vermehren, deren Eier sich aber meist zu mehreren aus dem gesamten Oogoniumplasma bilden und die durch den in § 6 erwähnten Zeugungsverlust bemerkenswert sind. Als fakultative Parasiten befallen Saprolegnieen schuppenfreie Hautstellen lebender und anscheinend gesunder Fische, hie und da verheerende Epidemieen hervorrufend.

Die landbewohnenden, mit seltenen Ausnahmen saprophytischen Zygomycetes[41]) unterscheiden sich von den voraufgehenden Unterordnungen wesentlich nur durch die Bildung derbwandiger Zygosporen durch Kopulation gleichgestalteter kurzer, meist keulenförmiger Mycel-äste (Apogamie vgl. § 6). Ihre ungeschlechtliche Vermehrung findet durch endogene Brutzellenbildung in gestielten kugeligen Sporangien (Mucor) oder durch akrogene Abschnürung von Conidien statt. Gewisse Mucorineen, namentlich Mucor racemosus, gliedern, wenn sie in Nährlösungen, namentlich alkoholgährungsfähiger Zuckerlösung untergetaucht, vom freien Sauerstoff abgesperrt wachsen, ihr Mycel durch zahlreiche Querwände in kurze, scheibenförmige Zellen (Gemmen), welche auseinanderfallend sich durch hefeartige Sprossung (vgl. § 46) vermehren (Mucorhefe), deren Sproßzellen in Zuckerlösung Alkoholgährung hervorzurufen vermögen, an atmosphärischer Luft aber wieder zu normalem Mycel auswachsen[42]).

Als Seitenzweig der Zygomyceten sind die Entomophthoreen[43]) zu betrachten, deren Mycel im Körper lebender Insekten vegetiert und nur seine Conidienträger nach dem Tode des Tieres durch die Körperhaut austreten läßt. Die bekannteste Art, Empusa Muscae Cohn, welche die „Krankheit der Stubenfliege" verursacht, entwickelt aus dem in die Leibeshöhle der Fliege eingedrungenen Conidienkeimschlauche durch wiederholte Sprossung zahlreiche kugelige, sich trennende Zellen, welche nach dem Tode der Fliege zu einem langen, an die Körperoberfläche vorbrechenden Schlauche, dem unverzweigten Conidienträger auswachsen, der auf seinem Scheitel eine bei der Reife abgeschleuderte Conidie abschnürt, die, falls sie auf eine lebende Fliege gelangt, ihren Keimschlauch wieder durch die Chitinhaut des Tieres einbohrt. Bei der die

39) Vgl. Sorauer, a. a. O. II. 158.

40) De Bary, Vergleich. Morphol. S. 152, 403. — Pringsheim, Die Saprolegineen; in dessen Jahrb. f. wissensch. Bot. I, II, IX, XIV. — Cornu, Monographie des Saprolegniées; Annales d. scienc. natur. 5. sér. XV. — 2c.

41) Brefeld, Botanische Untersuch. üb. Schimmelpilze, Heft 1 u. Heft 4, S. 55 u. folg. — Van Tieghem et Monnier, Recherches sur les Mucorinées; Annales d. scienc. natur. 5. sér. XVII; 6. sér. I, IV. — De Bary, Vergleich. Morphol. S. 157.

42) Brefeld, Ueber Gährung III; in Thiel's Landwirthsch. Jahrbücher V.

43) Brefeld, Untersuch. üb. Empusa Muscae u. E. radicans; Abhandl. d. naturforsch. Ges. zu Halle XII; desgl. dessen botan. Untersuch. üb. Schimmelpilze IV. 97; VI. 35. — De Bary, Vergl. Morphol. 170, wo weitere Litter. angegeben.

Kohlraupe tötenden Entomophthora radicans Bref. wächst der Keimschlauch im Raupenkörper zu einem reich verzweigten gegliederten Mycel aus, das zuletzt auf der Oberfläche der Leiche einen Filz verzweigter Conidienträger entwickelt. In gewissen Fällen ist dann im Inneren des Tierkörpers an Hförmig kopulierten Mycelästen stattfindende Zygosporen-, in anderen Azygosporenbildung bekannt.

Die artenreiche Reihe der parasitischen und meist wasserbewohnenden einzelligen Chytridiaceen[44]), durch die in Sporangien ungeschlechtlich stattfindende Schwärmzellenbildung charakterisiert, schließt sich in ihren höher organisierten, ein rudimentäres, schlauchförmiges Mycelium entwickelnden Formen (Polyphagus) vegetativ an Mucor an und liefert durch Kopulation der in letzter Generation dann geschlechtlich werdenden Pflänzchen auch Zygosporen. Andere Formen (Cladochytrium) verhalten sich vegetativ gleich, zeigen aber keine geschlechtliche Differenzierung, während die Mehrzahl (z. B. die als gallenbildende intracellulare Parasiten von Landpflanzen bekannten Arten von Synchytrium) auch des Mycels entbehrt und große Aehnlichkeit mit den Protococcaceen (§ 13) zeigt, sich aber von ihnen außer durch den Chlorophyllmangel durch das Fehlen der Schwärmerkopulation unterscheidet.

§ 23. Die Brandpilze oder Ustilagineen[45]) endlich, welche früher auf grund äußerer Aehnlichkeiten mit den Rostpilzen (Aecidiomycetes) zu einer gemeinsamen Gruppe der Hypodermii vereinigt wurden, sind Parasiten landbewohnender Kräuter, mit meist intercellularem aus dünnen, zarten, ziemlich langzelligen Hyphen gebildetem Mycelium. Nur wenige Formen (Tuburcinia, Entyloma) erzeugen auf an die Oberfläche des Wirtes tretenden Zweigen Conidien; die Mehrzahl bildet sogenannte Dauersporen nur selten an der Oberfläche des Wirtes, meist an bestimmten Stellen im Inneren desselben, sehr häufig in Blüten oder Früchten und hier an etwas abweichend gestalteten Mycelästen, welche zu dichten Massen verflochten sind, die man, wenn man will, als allerdings einer selbständigen Form entbehrende „Fruchtkörper" bezeichnen kann, deren Gestalt sich einzig dem durch das zerstörende Mycel geschaffenen Hohlraume des befallenen Organes anpaßt. Nur die im Fruchtknoten von Polygonum Hydropiper reifende Spacelotheca Hydropiperis De Bary ist insofern hoch differenziert, als ihr Fruchtkörper namentlich eine charakteristisch gebaute Wand besitzt. Die Sporenbildung selbst ist nach Gattungen verschieden. Sie findet bei Entyloma durch intercalare Abgliederung aus den Hyphen, bei Tilletia terminal an den Mycelzweigen, bei Ustilago reihenweise durch Gliederung des Mycels in kurze Zellen statt, und bei Urocystis u. a. Gattungen sind die reifen Sporen noch zu zwei oder mehreren in Knäuel vereinigt, die je von einer besonderen, schwindenden oder bleibenden Hülle umgeben werden. In allen Fällen schwindet das Mycel mit der Reife der derbwandigen Sporen, so daß letztere als staubiges, dunkelbraunes bis schwarzes Pulver in dem brandig aussehenden Organe des Wirtes liegen. Bei der Keimung im Wasser wird der Regel nach von der zur berstenden Außenhaut hinauswachsenden zarten Innenhaut der Spore ein Promycelium gebildet, das entweder an seinem Scheitel einen Kranz oder Pinsel von Sporidien entwickelt (Tilletia, Urocystis), oder das sich durch Querwände in Glieder teilt, die als solche die Sporidien vorstellen (Ustilago longissima), oder welche je an ihrem oberen Ende eine Sporidie aussprossen lassen. Bei vielen Arten verschmelzen sehr häufig die Sporidien vor ihrer Keimung paarweise mittelst kurzer Querfortsätze, ein Vorgang, dessen Deutung zur Zeit noch streitig ist, der bald als eine rein vegetative Verschmelzung aufgefaßt wird, wie sie am Mycelium häufig vorkommt (§ 15), bald als ein Sexualakt. Der von den Sporidien entwickelte Keimschlauch dringt als Mycelanfang nur in die Keimpflanze ein, bei unseren Getreidebrandpilzen meist in den jungen Stengel dicht über der Wurzel oder in das erste Scheidenblatt, von diesem aus die inneren Blätter bis zum Halme hin quer durchwachsend. — In Nährlösung gesäete Sporen mancher Brandpilze entwickeln, wie von Brefeld speziell geschildert wird, an ihrem Promycelium hefeartige Sproßzellen resp. Sporidien, die sich ablösen und bei Zufuhr geeigneter Nährstoffe mittelst hefeartiger Sprossung (§ 46) durch zahlreiche Generationen unbegrenzt vermehren. Andere Arten bilden unter sonst gleichen Bedingungen Mycelien, welche an in die Luft tretenden Zweigen zu ästigen Ketten vereinigte derartige Sproßzellen abschnüren. Daß durch solche Sprossung im

---

44) A. Braun, Ueber Chytridium; Monatsberichte d. Berliner Acad. d. Wissensch. 1855/56, desgl. Abhandl. d. Berl. Acad. 1855. — De Bary u. Woronin, Beiträge z. Kenntn. d. Chytr., in Bericht. d. naturforsch. Gesellsch. zu Freiburg i. Br. III. u. Annales d. sc. nat. 5. sér. III. — Nowakowski, Beitr. z. Kenntniß d. Chytr., in Cohn's Beitr. zur Biologie I, II. — Schröter, Die Pflanzenparasiten aus d. Gatt. Synchytrium; ebenda I. — De Bary, Vergl. Morphol. S. 184.

45) De Bary, Untersuchungen üb. d. Brandpilze, Berlin 1853; desgl. Vergl. Morphol. S. 186. — Tulasne, Mémoire sur les Ustilaginées; Annales d. scienc. natur. 3. sér. VII, 4. sér. II. — R. Wolff, Der Brand des Getreides; Halle 1874. — Fischer v. Waldheim, Beiträge zur Biologie u. Entwickel. d. U. in Pringheim's Jahrb. f. wissensch. Bot. VII; desgl. Aperçu systématique des Ustilaginées, leurs plantes nourricières et la localisation de leurs spores; Paris 1877. — Brefeld, Botanische Untersuch. üb. Hefenpilze, 5. Heft, die Brandpilze; Leipzig 1883. — Woronin, Beitrag z. Kenntn. d. Ust. in De Bary, Beitr. zur Morph. u. Physiol. d. Pilze V. Frankf. a. M. 1882. — Schröter, Bemerk. u. Beobacht. über einige Ust., in Cohn's Beitr. z. Biol. II. — Ferner die S. 322 citierten Werke über Pflanzenkrankheiten, vorzüglich Kühn.

frischen Dünger, in welchen Sporen mit der Streu ꝛc. gelangen, eine ausgiebige Vermehrung der Brandpilze und später durch die Keimung der Sproßzellen resp. Sekundärsporidien letzter Generation eine Infektion der jungen Saat des Ackers erfolgen kann, ist im höchsten Grade wahrscheinlich.

Die Brandpilze gehören zu den schädlichsten Parasiten unserer Kulturpflanzen, speziell des Getreides, sind daher auch für den ja häufig ackerbaupflegenden Forstmann bemerkenswert. Tilletia Caries Tul. und T. laevis Kühn verursachen den Stein-, Stink- oder Schmierbrand des Weizens, indem sie das Gewebe der jungen Frucht bis auf die dünne Fruchtschale zerstören, so daß die Brandsporen von letzterer noch zusammengehalten werden und sich während des Ausdreschens erst den gesunden Körnern anhängen und mit letzteren als Verunreinigung ins Mehl geraten. Beizen des Saatgutes mit einer halbprozentigen Kupfervitriollösung während 12—16 Stunden ist das sicherste Schutzmittel. Ustilago Carbo Tul. erzeugt den Flug-, Ruß- oder Staubbrand des Getreides; sein Mycel zerstört den ganzen Fruchtknoten, mehr oder weniger meist auch noch die Spelzen, und die Sporen stäuben daher frei aus. Ustilago destruens Dub. zerstört die Fruchtrispen der Hirse, U. Maydis Lev. die Maiskolben unter Verunstaltung derselben (Beulenbrand), Urocystis occulta Rbh. ist die Ursache des selteneren Roggenstengelbrandes in Halmen und Blättern des Roggens.

2. Ordnung. Ascomycetes, Schlauchpilze[46]).

§ 24. Der gemeinsame Charakter der äußerst formenreichen Schlauchpilze liegt darin, daß sie ihre Sporen (Schlauch-, Asco- oder Thecasporen) endogen und durch freie Zellbildung und meist zu 8 in besonderen, gewöhnlich keulenförmigen Schläuchen (Sporenschläuche, Asci, Thecae) entwickeln, welche nur bei den niedrigst organisierten Formen unverhüllt oder durch Hyphen locker eingeschlossen auf dem stets durch Querwände gegliederten Mycelium entstehen (Gymnoasci). Meist werden die Asci zu vielen dicht pallisadenartig gedrängt resp. zu einem Sporenlager (Hymenium, § 16) vereinigt und häufig noch mit sterilen fadenförmigen Hyphen, sogenannten Paraphysen, gemischt in oder auf besonderen Sporenfrüchten erzeugt, die entweder allseitig geschlossene (Perisporiaceae) oder nur auf dem Scheitel mit enger kanalartiger Oeffnung versehene Perithecien sind, welche das Hymenium in ihrer Höhlung eingeschlossen tragen (Pyrenomycetes), — oder flach schüssel- bis scheibenförmige und das Hymenium im Grunde oder auf der freien Oberfläche offen tragende Apothecien oder keulen-, spatel-, hutpilzartige ꝛc. Körper mit gleichfalls freiem oberflächlichem Hymenium (Discomycetes), — oder unterirdisch erzeugte knollenartige Körper, Trüffeln, in denen das Hymenium die Wände zahlreicher Höhlungen oder Kammern auskleidet (Tuberaceae). Die Flechten, welche nur durch den eigentümlichen Parasitismus als besondere Abteilung der Schlauchpilze zu charakterisieren sind, gehören ihrer Fruchtbildung nach mit wenigen Ausnahmen zu den Pyreno- und Discomyceten. Bei diesen beiden Unterordnungen sitzen ferner die Perithecien entweder dem Mycelium frei auf, oder auf letzterem entwickeln sich durch Verflechtung zahlreicher reich verzweigter Hyphen zunächst je nach Gattungen krustenartige, polster-, kegel- oder becherförmige, strauchartige oder gestielt-kopfige größere Fruchtkörper und jedem solchen Fruchtkörper oder Fruchtträger (Stroma) sitzen mehr oder weniger zahlreiche Sporenfrüchte eingesenkt. Sporenschläuche einerseits und Sporenfruchtwand samt Paraphysen andererseits entspringen stets verschiedenen Hyphen der ursprünglichen Fruchtanlage. Diejenigen Hyphen, als deren letzte Auszweigungen die Sporenschläuche erscheinen, werden als ascogene Hyphen unterschieden, und für bestimmte Fälle läßt sich der Nachweis führen, daß sie und somit indirekt die Asci Aussprossungen eines Archikarps (§ 6), also Produkte eines Geschlechtsaktes sind, während sie in anderen Fällen asexuell entstehen (§ 6, Apogamie). — Die Entleerung der Sporen findet bei den offenen Sporenfrüchten entweder durch Ausspritzung aus dem zerreißenden Schlauch-

46) Tulasne, Selecta fungorum carpologia: 3 Bde. mit 61 Taf. Paris 1861/65. — De Bary, Ueber d. Fruchtentwickel. d. Ascomyceten, Leipzig 1863; desgl. Vergl. Morphol. S. 200, wo zahlr. Litteraturangaben. Spezielles unter den folgenden Abschnitten citiert.

scheitel oder durch gallertartige Verquellung der Schlauchmembranen, bei geschlossenen Früchten durch Verwesung der gesamten Hülle statt.

Die der Mehrzahl der Schlauchpilze zukommenden Conidien werden entweder auf der freien Oberfläche des Thallus auf einzeln stehenden oder zu dichten Hymenien vereinigten Conidienträgern acrogen abgeschnürt; oder sie entstehen als gleichfalls acrogene Zellen in perithecienartigen Behältern, Conidienfrüchten oder sogenannten Pycniden, und werden in diesem Falle als Pycnoconidien (sonst auch Stylosporen) unterschieden [47]. Zahlreiche Ascomyceten besitzen ferner noch den Pycniden ähnliche Behälter, deren conidienartige Produkte aber keimungsunfähig sind. Man hat sie daher von jeher als Spermogonien, die in ihnen acrogen abgeschnürten Zellen als männliche Organe, Spermatien, bezeichnet. Für wenige genau bekannte Fälle (Polystigma, einzelne Flechten) ist die Funktion der Spermatien als männliche Zellen auch zweifellos; in den meisten Fällen ist darüber nichts bekannt. Conidien, Conidienfrüchte und Spermogonien sind die Vorläufer der Sporenfrüchte, die aber nicht immer alle im Entwickelungsgange einer Art, auch nicht immer auf einem und demselben Mycelium auftreten, die unter geeigneten Bedingungen durch unbegrenzt zahlreiche Generationen gleichartiger Reproduktion fähig sein können, die man deshalb häufig ohne Zusammenhang mit den Sporenfrüchten findet, früher daher als selbständige Pilzgattungen beschrieb, auch jetzt vielfach noch als solche behandeln muß, weil ihre Zugehörigkeit zu bestimmten Schlauchfrüchten noch nicht experimentell untersucht ist.

Die im Systeme der Ascomyceten unterschiedenen Unterordnungen der Gymnoasci, Perisporiaceae, Pyrenomycetes, Discomycetes, Lichenes (Flechten) und Tuberaceae gründen sich auf die schon eingangs hervorgehobenen Merkmale der Sporenfrüchte.

1. Unterordnung. Gymnoasci [48].

§ 25. Von den vorstehend genannten Unterordnungen ist diejenige der Gymnoasci die niedrigst organisierte. Ihr fehlt die Differenzierung der Sporenfrüchte gänzlich und die Asci entspringen einzeln oder gruppenweise (Eremascus, Endomyces) oder zu Hymenien zusammengedrängt (Exoascus) dem Mycelium; oder die Sporenschläuche sind an den Endästen reichverzweigter Hyphen knäuelartig gehäuft und werden dann von einer lockeren und lückenreichen Mycelhülle als Andeutung eines sehr rudimentären Fruchtkörpers umgeben (Gymnoascus). Differente Mycelästе, welche in bezug auf die Entwickelung der Asci als Geschlechtsorgane zu deuten wären, sind häufig nicht vorhanden (Endomyces, Exoascus). Bei dem auf verdorbenem Malzextrakt beobachteten Eremascus albus Eidam treten sie dagegen in Form zweier kurzer, unmittelbar rechts und links neben einer Mycelquerwand entspringender und einander spiralig umwindender Schläuche auf, welche an ihrem Scheitel unter Lösung eines Wandstückes und Verschmelzung der Plasmakörper kopulieren und dann die Kopulationsstelle zu einem das gesamte Plasma aufnehmenden kugeligen, achtsporigen Schlauche heranwachsen lassen. Aehnliche Sexualäste finden sich bei dem mistbewohnenden Gymnoascus Reessii Baran.; nur entstehen hier die Sporenschläuche als die Endglieder knäuelartig verzweigter Sprossungen der einen der kopulierenden Zellen. Forstlich beachtenswert ist die Gattung

Exoascus Fuckel [49]) als einzige Vertreterin der kleinen Familie der Exoasceen.

47) Bauke, Beitr. z. Kenntniß d. Pycniden; Nova Acta Leopold. XXXVIII. — Zopf, Die Conidienfrüchte von Fumago; ebenda XL.

48) Eidam, Beitr. z. Kenntn. d. Gymnoasceen; in Cohn's Beitr. z. Biologie III. 271.

49) Sadebeck, Untersuchungen üb. d. Pilzgatt. Exoascus u. d. durch dieselbe um Hamburg hervorgerufenen Baumkrankheiten; Jahrbuch d. wissensch. Anstalten zu Hamburg für 1883, S. 93, Taf. 1—4. — Magnus, Ueber einige von Tulasne in die Gattung Taphrina gestellte Pilze; Verhandl. d. botan. Ver. d. Prov. Brandenburg 1874, S. 105.

Das Mycelium sämtlicher Arten lebt parasitisch im Parenchym von Holzgewächsen, an denen es mehr oder minder auffällige Deformationen der infizierten Teile hervorruft. Es ist ferner befähigt, in den befallenen Organen zu überwintern, um in der nächsten Vegetationsperiode Asci zu bilden. Letztere entstehen stets nur zwischen den Epidermiszellen und der sich von letzteren abhebenden Cuticula und überziehen nach vollendeter Ausbildung den betreffenden Pflanzenteil in dichten Hymenien als ein zarter schimmelartiger Flaum. Soll die Ascusentwickelung eintreten, so verästelt sich das bis dahin in den infizierten Nährgeweben nur zerstreut zu beobachtende, zwischen den Oberhautzellen senkrecht emporwachsende und auf der Epidermis, aber unter der Cuticula derselben sich ausbreitende Mycelium reichlich. Dann erfolgt eine stoffliche Differenzierung des bisher gleichartigen Mycels in der Weise, daß einzelne Zellen den Inhalt der benachbarten osmotisch aufnehmen und — während die ihres Inhaltes mehr oder weniger beraubten Nachbarzellen absterben — sich vergrößern, durch Querwände gliedern und den Anfang des Hymeniums darstellen. In gewissen Fällen, wie bei E. alnitorquus, runden sich die meisten der so entstehenden Zellen unter Aufgabe ihres ursprünglichen Zusammenhanges ab, strecken sich darauf unter Abhebung der Cuticula senkrecht zur Oberfläche des Nährorganes und gliedern sich endlich durch eine Querwand in eine kurze zwischen die Oberhautzellen noch eine Strecke abwärts eingekeilte Stielzelle und den zuletzt 8 kugelige Sporen entwickelnden Schlauch. Bei anderen Arten, z. B. E. Ulmi, behalten die Zellen dagegen ihren Zusammenhang, runden sich daher auch nicht ab, sondern strecken sich unter der Cuticula zu oft beträchtlicher Länge, werden dabei nicht selten durch Querwände gegliedert, um endlich je zu einem sämtliches Plasma aufnehmenden Sporenschlauche auszuwachsen. Die aus den Schläuchen entleerten und sofort keimfähigen Sporen entwickeln nach Sadebeck's Beobachtungen an Infektionen mit E. bullatus und E. alnitorquus einen Keimschlauch, der an der Grenze zweier Zellen die Oberhaut durchbohrt. In Wasser oder Nährlösung keimen dagegen die Sporen in Sproßpilzform (§ 46).

Nach der Art der Mycelüberwinterung lassen sich die Mitglieder der Gattung in 2 Gruppen bringen. Bei E. Pruni, bullatus, Insititiae und deformans perenniert das Mycel in den inneren Geweben des Wirtes und breitet sich im Frühjahre auch wieder nur in den inneren Geweben der jungen Triebe aus; dagegen sendet es ungefähr gleichzeitig mit dem Beginn der neuen Vegetationsperiode der Nährpflanze in die in der Entwickelung begriffenen jungen Blattorgane (Laub- resp. Fruchtblätter) derselben Verzweigungen bis zur Epidermis, wo dann die oben skizzierte Anlage des Hymeniums unter vollständigem Aufgehen der fertilen Hyphen in dieselbe erfolgt, so daß die zur Zeit der Sporenentwickelung stets von einer Stielzelle getragenen Asci dicht aneinander gedrängt stehen. Innerhalb dieser Artengruppe ist daher eine erfolgreiche Bekämpfung des Parasiten — neben Vernichtung der die Sporenschläuche beherbergenden Organe — nur durch starkes Zurückschneiden bis aufs ältere Holz möglich.

Das Mycel der zweiten Artengruppe überwintert dagegen nur subcuticular in der Epidermis und breitet sich mit dem Beginn der neuen Vegetationsperiode auch in den jungen Trieben nur zwischen den Oberhautzellen und deren Cuticula aus. Da hier also das Mycel an den älteren Trieben zugleich mit der Epidermis abgeworfen wird, so ist — wieder neben Vernichtung der sporenbergenden Blätter — ein Zurückschneiden auf den vorjährigen Trieb genügend. Auch innerhalb dieser Gruppe gehen die fertilen Hyphen bei E. alnitorquus, turgidus, flavus und Betulae, deren Schläuche von einer Stielzelle getragen werden, und bei E. aureus und Carpini, welche der Stielzelle entbehren, völlig in der Bildung der dichtgedrängten Sporenschläuche auf, während bei E. Ulmi und epiphyllus nur ein Teil des fertilen Hyphensystems zur Entwickelung von Sporenschläuchen verwendet wird, letztere daher mehr oder weniger zerstreut stehen.

Als wichtige Arten, deren spezielle Entwickelungsgeschichte nach dem Vorausgehenden nicht mehr gegeben zu werden braucht, sind folgende zu nennen. E. Pruni Fuckel erzeugt die äußerst häufig auftretenden und allbekannten sogenannten Narren, Taschen, Schoten oder Hungerzwetschen der Pflaumenbäume (Prunus domestica, Padus, spinosa): Pilzgallen des mächtig anschwellenden und mißgestalteten Fruchtknotens, auf dem auch die Sporenschläuche entwickelt werden [50]. — E. Insititiae Sadeb. ist die Ursache der seltenen Hexenbesen der Reineclaude (Prunus insititia) und reift die Asci auf der Unterseite der Blätter derselben, so daß sie dort mit einem dünnen Reif überzogen, oberseits wellig gekräuselt werden. — E. bullatus Fuckel entwickelt die Schläuche an den Blüten und Blättern von Crataegus, bei letzteren auf rötlichen Anschwellungen und Blasen, sowie seltener auf dunkelbraunen bis schwarzen blasigen Anschwellungen der Birnbaumblätter. Er tritt namentlich auf dem Weißdorn oft verheerend auf, erzeugt äußerst selten auch Hexenbesen an demselben. — E. deformans Fuckel (E. Wiesneri Rathay) ist Erzeuger der Hexenbesen von Prunus avium, Cerasus, Chamaecerasus und domestica, sowie der Kräuselkrankheit der Pfirsiche und Mandelbäume, bei letzteren an den Blättern unregelmäßige große Blasen hervorrufend [51]. — E. alnitorquus Sadeb. (Taphrina alnitorqua Tul.; E. Alni De Bary und Ascomyces Tosquinetii Westend. z. Teil), die häufigste aller Arten, ruft an den Schuppen der weiblichen Kätzchen von Alnus glutinosa Gewebewucherungen hervor, noch häufiger in den Zweigen und Blättern von A. glutinosa und glutinosa × incana (pubescens), nach den bisherigen Erfahrungen aber nicht an A. incana; auf den Blättern der letzteren tritt dagegen E. epiphyllus Sadeb. auf. — E. turgidus Sadeb. (Taphrina betulina Rostrup) veranlaßt die Hexenbesen der Birke [52]. — E. Betulae Fuckel blasige Auftreibungen an den Birkenblättern, — E. Carpini Rostrup die Hexenbesen der Hainbuche [53]. — E. Ulmi Fuckel, eine der verbreitetsten und zugleich auch gefährlichsten Arten, tritt auf Rüsterblättern (aber bis jetzt auf Ulmus effusa nicht beobachtet) auf, wellige Kräuselungen und später blasige Auftreibungen hervorrufend, die außerordentlich schnell vertrocknen und dunkelbraune bis fast schwarze Flecken bilden, welche zerreißen und die Blätter durchlöchern. — E. flavus Sadeb. (E. Alni De Bary und Ascomyces Tosquinetii Westend. z. T.) auf Blättern von Alnus glutinosa, und E. aureus Sadeb. (Taphrina aurea und populina Fr.) auf Blättern von Populus nigra und Früchten von P. tremula und alba, sind durch das gelbe Protoplasma ihrer Sporenschläuche von allen anderen Arten ausgezeichnet, so daß die von letzteren verursachten Flecken oder Pusteln durch goldgelbe Färbung auffallen.

§ 26. Von anderen Gattungen der Gymnoasci sei hier noch Endomyces erwähnt, dessen Asci einzeln oder zu kleinen Gruppen vereinigt direkt aus einem kriechenden, reich verzweigten Mycelium entspringen. Der kürzlich von Ludwig beschriebene E. Magnusii [54], durch sehr charakteristische, vorwiegend einseitige Verzweigung des Mycels ausgezeichnet, gliedert einmal an seinen Zweigen Ketten von lang-elliptischen bis cylindrischen Conidien ab, trägt weiterhin an anderen Aesten einzeln endständige verkehrt-eiförmige Asci mit je vier gelbbraunen, einem halbierten Weinbeerenkerne ähnlichen Sporen, deren Bildung jedoch (wie der ganze Entwickelungsgang des Pilzes) noch nicht aufgeklärt ist. Der Pilz findet sich in schaumigen, weißen, nach Bier riechenden Massen, welche bei Greiz vom Juni bis in den August an Zitterpappeln und vorzüglich Eichen verschiedenen Alters und vorzugsweise am Stamme an scheinbar unverletzten Stellen wie auch aus alten Frostrissen, Astnarben u. dgl. hervorbrechend beobachtet wurden, und die später (außer oft gelblicher Färbung) schleimige Beschaffenheit dadurch erhalten, daß in

50) De Bary, Exoascus Pruni u. d. Taschen od. Narren d. Pflaumenbäume; Beitr. z. Morphol. u. Physiol. d. Pilze I. 33, Taf. 3.

51) Rathay, Ueber d. Hexenbesen d. Kirschbäume u. üb. E. Wiesneri; Sitzungsber. d. Wiener Acad. d. Wissensch. Bd. 83, Abt. 1.

52) Rostrup, Fortsatte Undersögelser over Snyltesvampe, in Müller's Tidsskrift for Skovbrug VI. 199 (ref. Botan. Centralbl. XV. 149).

53) Rostrup, Mykolog. Mittheil.; Botan. Centralbl. V. 154.

54) F. Ludwig, Ueber Alkoholgährung u. Schleimfluß lebender Bäume u. deren Urheber; Berichte d. deutsch. botan. Gesellsch. IV. S. XVII, Taf. 18.

ihnen und in Gesellschaft mit einem dem Saccharomyces apiculatus (§ 46) ähnlichen Hefepilze ein Leuconostoc (L. Lagerheimii Ludw.) auftritt, das wie L. mesenterioides (§ 11) aus kleinen kugeligen, zu Schnüren aneinander gereihten und in weiche zusammenfließende Gallerthüllen eingebetteten Zellen gebildet wird. Das Mycel und die Conidiensprossung des Endomyces sind nach den Ludwig'schen Kulturversuchen in geeigneten Nährlösungen allein schon im stande, Alkoholgährung zu erregen. Der Verlauf der Krankheit wird so geschildert, daß, nachdem an irgend einer Stelle des Saftergusses an Rissen, Astbruchstellen 2c. die Pilzinfektion von außen stattgefunden, sich die Krankheitserreger unter der Rinde weiter verbreiten, um bei feuchtem Wetter, bei dem die Gährung in vollster Ueppigkeit vor sich geht, an anderen entfernten Stellen, auch bisher unverletzten, zum Durchbruch zu kommen. Die Gährausbrüche können sich an infizierten Bäumen jahrelang und oftmals wiederholen, die Gähröffnungen bei trockener, die Gährung hemmender Witterung klein bleiben und vernarben, bei anhaltend feuchtem Wetter dagegen unter Mitwirkung von Fäulniserscheinungen und Insektenlarven sich derart vergrößern, daß der Baum auf Handgröße von der gelockerten und zerfaserten Rinde entblößt, oft auch die äußerste Holzschicht in Mitleidenschaft gezogen wird. Auch können die später vernarbenden Wundränder wiederholt durchbrochen werden, die Gährstellen sich nach und nach um mehr als die Hälfte des Stammes herumziehen. Hornissen, Wespen, Schmetterlinge, welche an dem Schleime regelmäßig getroffen wurden, übertragen den Pilz auf Wundflächen anderer Bäume.

Weitere genaue und lückenlose, durch saubere Infektionen gestützte Untersuchungen müssen die hier im Auszuge gegebene Darstellung bestätigen. Ich bemerke nur noch, daß ich im Juli 1886 von Herrn Forstmeister Mühl in Wiesbaden ein demselben eingesendetes angebliches „Buchenharz" von einem Rotbuchenstamme zur Untersuchung erhielt: eine gelbbräunliche, der bekannten Manna von Fraxinus Ornus im Aussehen ähnliche, eigentümlich riechende und schwach süßlich schmeckende Masse, in welcher ich bei genauer mikroskopischer Untersuchung alle von Ludwig angegebenen Pilze resp. Pilzelemente (vorwiegend Leuconostoc und Endomyces-Mycel), nur die Sporen nicht mehr in Schläuchen eingeschlossen vorfand, ohne jedoch damals — die Ludwig'sche Publikation erschien vier Monate später — mehr als den einfachen Befund und die mutmaßliche Entstehung der Masse, und diese ähnlich wie Ludwig, dem Einsender mitteilen zu können. Verunreinigt war die Pilzmasse durch eingeschlossene Pleurococcus-Zellen und Fragmente von Flechten und Moosen, über welche der Schleim wohl herabgeflossen war.

2. Unterordnung. Perisporiaceae.

§ 27. Von der Gruppe der Gymnoasci unterscheidet sich diese Unterordnung durch stete Entwickelung einer Sporenfrucht: eines sehr kleinen, selten über 1 mm großen, meist kugeligen oder abgeflacht-kugeligen, völlig geschlossenen oder auf seinem Scheitel nur mit undeutlicher Mündung versehenen Peritheciums (§ 24), dessen dünne und spröde, gelbe, braune oder schwarze Wand nach der Reife durch unregelmäßiges Zerreißen oder Fäulnis sich öffnet. Die bald nur einzeln oder zu wenigen, bald sehr zahlreich im Inneren eingeschlossenen Sporenschläuche zeigen nicht die regelmäßige Stellung in einem einschichtigen Hymenium, wie bei den folgenden und zudem durch regelmäßige kanalartige Perithecienmündung charakterisierten Kernpilzen, sondern mehr oder weniger unregelmäßige Anordnung. Als wichtigste Familie ist diejenige der

Erysipheae, Mehlthaupilze[55]),

hervorzuheben, epiphyte Parasiten, deren Mycelium die grünen Organe von Landpflanzen schimmelartig überzieht und verschiedenartig gestaltete Haustorien in die Oberhautzellen sendet. Befallene bereits ältere Organe werden infolge starker Pilzinvasion mehr oder weniger rasch und unter Bräunung zum Absterben und Verschrumpfen oder Abfallen gebracht, jugendliche infizierte Organe bleiben im Gesamtwachstum zurück und vertrocknen. Die vegetative Vermehrung findet in sehr ergiebiger Weise durch ovale, farblose, sofort nach der Reife keimfähige Conidien statt, welche von senkrecht auf dem Substrate sich erhebenden unverzweigten Conidienträgern allermeist kettenweise abgeschnürt werden und abgefallen samt ihren Trägern das mehlartige Aussehen des Pilzüberzuges bedingen (Mehlthau). Die kugeligen Perithecien erscheinen am Schlusse der Conidiengeneration als winzige, zuerst weiße, dann gelbliche bis gelbbraune und reif schwarze Pünktchen gewöhnlich in großer Menge, so daß der Mehlthau ein schwarzbräunliches Kolorit annimmt. Jedes Perithecium entsteht aus einem kurzen, eiförmigen Archicarp, dem sich ein schlankeres, aus einem zweiten Mycelfaden an der Kreuzungsstelle beider hervorsprossendes Antheridium anlegt, und das dann von 8—9 unter ihm hervorsprossenden Hyphen umwachsen wird, aus denen die allseitig geschlossene vielzellige und bei der Reife nur einschichtige Peritheciumwand hervorgeht. Innerhalb letzterer wird entweder der Scheitel des Archikarps als einziger achtsporiger Ascus abgegliedert (Podosphaera, Sphaerotheca); oder

55) Léveillé, Organisation et disposition méthodique des espèces qui composent le genre Erysiphe; Annales d. scienc. natur. 3. sér. XV. 109. tab. 6—11. — Tulasne, Selecta fungorum Carpologia I (mit vorzüglichen Abbildungen). — De Bary, Erysiphe; Beitr. z. Morphol. u. Physiol. d. Pilze III. 23, Taf. 9—11, desgl. Vergl. Morphol. S. 217.

das Archikarp wächst zu einem gekrümmten gegliederten Faden aus, der durch Sprossung seiner Zellen mehrere 2—8sporige Asci treibt (Erysiphe, Phyllactinia, Uncinula). Aus der Perithecienwand sprossen ferner einfach fädige (Erysiphe, Sphaerotheca) oder aus zwiebeligem Grunde borstenförmige (Phyllactinia) oder an der einfachen oder gegabelten Spitze hakig gekrümmte (Uncinula) oder mehrfach dichotom verzweigte Haare hervor (Podosphaera), deren konstantes Auftreten neben Schlauch- und Sporenzahl der Perithecien die Gattungen bestimmt.

Verbrennung der mit Perithecien besetzten Pflanzenteile im Herbste, Bepudern der die Conidiengeneration tragenden Organe mit Schwefelblüte oder schwefelhaltigen Pulvern haben sich, letzteres zeitig angewendet, als die besten Bekämpfungsmittel erwiesen. Ob die Schwefelblüte chemisch oder mechanisch wirkt, mag hier unerörtert bleiben; dicker und die Pflanzen zeitig bedeckender Straßenstaub soll dieselben Dienste thun. Am meisten gefürchtet ist die nur in der Conidienform bekannte Erysiphe Tuckeri De Bary (Oidium Tuckeri Berk.), welche auf Blättern und Trauben des Weinstocks vegetiert (Traubenkrankheit)[56]). Uncinula Aceris Sacc. (U. bicornis Lév.) lebt auf Blättern und jungen Trieben von Acer campestre, platanoides und Pseudoplatanus (und kann denselben unter Umständen schädlich werden), U. Salicis Wint. (U. adunca Lév. z. T.) auf Weiden, Pappeln und Birken, U. Bivonae Lév. auf Ulmus campestris. Die auf Buchen, Hainbuche, Hasel, Esche, Birken, Erlen, Eichen ꝛc. vorkommende Phyllactinia guttata Lév. ist nach R. Hartig (Lehrb. d. Baumkrankh. 99) einmal in Buchenbeständen Sachsens als auffällig schädlich bemerkt worden. Sphaerotheca pannosa ist auf Rosen (auch Pfirsichen) in Gärten besonders häufig, Erysiphe graminis bisweilen auf Getreide (namentlich Weizen) schädlich.

Von anderen Perisporiaceen seien hier nur Eurotium Aspergillus glaucus De Bary (mit einfachen, auf dem blasig angeschwollenen Ende zahlreiche Conidienketten abschnürenden Conidienträgern) und Penicillium crustaceum Fr. (P. glaucum Lk. — mit Conidienketten auf den pinselförmig gebüschelten Aesten der Conidienträger) als die gewöhnlichsten, auf den verschiedensten organischen Substanzen blaugrüne Ueberzüge bildenden Schimmel genannt. Von beiden kennt man die Entwickelung sehr kleiner, kugeliger Perithecien auf geschlechtlichem Wege[57]).

3. Unterordnung. Pyrenomycetes, Kernpilze[58]).

§ 28. Die Kernpilze sind von den Perisporiaceen durch die stets entwickelte enge kanalartige Mündung auf dem Scheitel des meist kleinen und in der Regel kugeligen bis flaschenförmigen Peritheciums verschieden, welches zudem die pallisadenartig dicht gedrängten und sehr häufig mit Paraphysen gemischten Sporenschläuche auf dem Grunde seiner Höhlung zu einem einschichtigen Hymenium vereinigt trägt, das von der meist dunkel gefärbten Peritheciumwand wie ein weicher weißer Kern (nucleus) eingeschlossen wird. Bei vielen Kernpilzen sitzen die Perithecien einem Stroma (§ 24) eingesenkt, und dann sind ihre Wände gegen letzteres nicht immer scharf abgegrenzt; desgleichen sind die meisten Pyrenomyceten durch das regelmäßige Vorkommen einzelner oder aller der im § 24 genannten Vorläufer der Sporenfrüchte charakterisiert und in dem Entwicklungsgange gewisser Formen treten auch Sclerotien (§ 15) auf. Sexuelle Entstehung der Perithecien ist nur für wenige Formen, die Entwickelungsgeschichte allerdings auch nur bei wenigen in allen Einzelheiten bekannt. Bei Arten der Gattungen Sphaeria, Rosellinia und Sordaria sind die als Sexualorgane betrachteten Myceläste denjenigen gewisser Perisporiaceen ähnlich[59]); bei Polystigma gleichen sie denjenigen der Flechten, indem das im Stroma verborgene fadenförmige und 2—3mal schraubig gewundene Archikarp eine Trichogyne an die Oberfläche des Stammes sendet, mit welcher die gemshornartigen Spermatien kopulieren, worauf später die Trichogyne verschwindet, aus den Zellen des schraubigen Archikarpteiles aber plasmareiche, sich verzweigende Hyphen hervorsprossen, deren Endzellen die Sporenschläuche sind[60]).

---

56) H. v. Mohl, Die Traubenkrankheit; Botanische Zeitung 1852, 1853, 1854.

57) De Bary, Eurotium; Beiträge z. Morphol. u. Physiol. d. Pilze III. 1, Taf. 7, 8. — Brefeld, Die Entwickelungsgesch. v. Penicillium; Botan. Untersuch. üb. Schimmelpilze II, mit 8 Taf.

58) Tulasne, Selecta fungorum carpologia, vol. II. III.

59) Woronin, in De Bary's Beitr. z. Morphol. u. Physiol. d. Pilze III. — Gilkinet, im Bullet. de l'acad de Belgique 1874. — Ueber Rosellinia vgl. § 29.

60) Fisch, Beitr. z. Entwickelungsgesch. einiger Ascomyceten; Botan. Zeit. 1882, S. 851, Taf. 10. — Frank, in Bericht. d. deutsch. botan. Gesellsch. I. 58.

Nach alter Einteilung zerfallen die äußerst artenreichen Kernpilze in einfache (Sphaeriacei simplices) mit einzeln frei auf dem Mycelium entspringenden Perithecien, — zusammengesetzte (Sph. compositi) mit zu vielen auf oder in einem größeren Fruchtkörper sitzenden Perithecien, die Mitglieder beider Gruppen meist Pflanzenteile, selten Tiere, niemals aber Mist bewohnend, — und Coprophileae als stets mistbewohnende Pilze mit freien oder bisweilen einem Stroma aufsitzenden Perithecien. Diese 3 Gruppen sind zwar bequem aber vielfach unnatürlich; doch ist auch die neuere Systematik noch nicht zu einer mehr befriedigenden natürlichen Anordnung gelangt.

§. 29. Aus der Reihe der sogenannten einfachen Pyrenomycten ist

Rosellinia quercina R. Hartig[61]) als „Eichenwurzeltöter" bemerkenswert. Derselbe gehört in die Familie der Lasiosphaereae, deren Perithecien dem (bei Rosellinia stark entwickelten, faserig-filzigen) Mycel oberflächlich aufsitzen, nicht in einen Hals verlängert sind und deren Schläuche 8 einzellige oder nur durch Querwände geteilte (bei Rosellinia einzellige, eiförmige, spindelförmige oder längliche, braune) Sporen enthalten. Die genannte Art tritt nach R. Hartig, wie es scheint, nur an den Wurzeln 1—3jähriger Eichen auf, ist aber, zumal in Nordwestdeutschland, sehr verbreitet. Ihr Mycel besteht aus zuerst farblosen, später sich bräunenden Hyphen, die sich vielfach in großer Anzahl und teilweise locker verwachsend zu fadenartigen Strängen vereinigen, eine Mycelform, die ehedem unter eigenem Gattungsnamen als Rhizoctonia beschrieben wurde. Einzelhyphen wie Rhizoctonien verbreiten sich auf der Oberfläche und besonders unterirdisch von Wurzel zu Wurzel, umspinnen diese wie den unterirdischen Teil des Stämmchens, dringen in letzteres durch die Lenticellen, in die Wurzeln direkt durch die lebenden Rindenzellen der Pfahlwurzelspitze und der zarten Wurzelzweige ein, in ältere schon durch Kork geschützte Wurzelpartien nur da, wo durch bereits getötete Wurzeläste Angriffslücken gewonnen sind. Im letzteren Falle entstehen hier zunächst feine Mycelknäuel, die zu fleischigen, außen sich mit schwarzbrauner Rinde bekleidenden, knollenförmigen Sclerotien heranwachsen, welche mehrere fleischige Zapfen in das Wurzelgewebe senden und von diesen aus wie bei der direkten Infektion ein feinfädiges Mycelium durch alle Teile der infolge dessen rasch absterbenden und faulenden Wurzel. Auch an der frei vorragenden Oberfläche sprossen die Sclerotien zu neuen Rhizoctonien aus, die teils auf der schon befallenden Wurzel fortkriechend diese an anderen Stellen infizieren und den Tod beschleunigen, teils durch den Boden zu anderen Pflanzen wachsen und so die Krankheit verbreiten. Neben diesen der Pflanze äußerlich ansitzenden Sclerotien werden solche auch in dem Rindenparenchym und der später oft durchbrochenen Korkschicht der Wurzel gebildet, allerdings von unregelmäßiger Form und, soweit sie nicht bloßgelegt werden, ohne schwarze Rinde. Während das Rhizoctonienmycel gegen Austrocknung des Bodens sehr empfindlich ist, können die Sclerotien längere Austrocknung ertragen und überwintern.

Das oberflächlich vegetierende Mycel gliedert im Sommer einzellige, kurz-cylindrische, farblose Conidien ab, welche durch Verschleppung (Wind, Regenwasser, Mäuse) die Krankheit wohl weiter zu verbreiten im stande sind. Auf diesen Mycelien entstehen ferner Perithecien als zunächst kleine Knäuel reich verzweigter und dicht verflochtener Hyphen, deren erste Anfänge nach der von R. Hartig a. a. O. gegebenen Entwickelungsgeschichte und nach dessen Zeichnungen wohl auf einen Sexualakt zurückzuführen sind. An den in der Entwickelung vorgeschrittenen Perithecien läßt sich dann die hier nicht näher zu beschreibende Differenzierung der Peritheciumwand und eines die Peritheciumhöhlung ausfüllenden und den mutmaßlichen Sexualapparat einschließenden Gallertgewebes, später das Hervor-

61) R. Hartig, Der Eichenwurzeltödter, Rosellinia (Rhizoctonia) quercina; Untersuch. a. d. forstbotan. Instit. z. München I. 1, Taf. 1, 2; Baumkrankheiten S. 100, Taf. 8, 9.

sprossen des Hymeniums (zuerst der Paraphysen, dann zwischen diese sich einschiebend der Sporenschläuche) aus dem Grunde der Höhlung verfolgen. Das reife, schwarzbraune Perithecium ist kugelig und nur auf dem Scheitel mit kurzer, den Mündungskanal führender Papille versehen. Die reifen, schwarzbraunen Sporen sind spindelförmig, schwach gekrümmt und auf der kürzeren Fläche mit einer linienförmigen, von einem wulstigen Rande umgebenen, dünneren Stelle versehen, in welcher bei der schon 24 Stunden nach der Aussaat (spontan der Regel nach im folgenden Jahre) stattfindenden Keimung die äußere Sporenhaut aufreißt und die innere an jedem Ende in Form eines sich zum charakteristischen Mycelium entwickelnden Keimschlauches vortreten läßt.

Sofortige sorgfältige Aushebung und Vernichtung der äußerlich sich durch Verbleichen und Vertrocknen verratenden kranken Pflanzen und Isolierung des infizierten Platzes gegen den übrigen Saatkamp durch Gräben, dürften die zweckmäßigen Mittel zur Bekämpfung des Parasiten sein.

Rhizoctoniamycelien als verderbliche Parasiten treten als Wurzeltöter der Luzerne (Rhizoctonia Medicaginis DC.), als Safrantod (Rh. crocorum DC.) an den Zwiebelknollen des Safrans, ferner an den Wurzeln des Rotklees und der Möhren (Rh. violacea Tul.), an Kartoffelknollen (Rh. Solani Kühn) ꝛc. auf, überall in Form eines violetten Myceliums, dessen weitere Entwickelung bis auf die Bildung von Sclerotien unbekannt ist, von dem es daher fraglich bleibt, ob man es mit verschiedenen Arten oder, wie Tulasne annimmt, nur mit einer verschiedene Nährpflanzen bewohnenden Art (Rh. violacea Tul.) zu thun hat.

§ 30. Von den zahllosen lebende Pflanzen befallenden „einfachen" Kernpilzen sei dann hier noch die Familie der Pleosporeae erwähnt, die sich durch oberflächlich auf dem Mycel sitzende Perithecien ohne Hals, sowie durch zu 8 in den Schläuchen entstehende mauerförmig-vielzellige, d. h. auch durch Längswände geteilte Sporen auszeichnet. Zu ihnen gehört als gemeiner Parasit Fumago salicina Tul., dessen Mycelium als Rußthau[62]) epiphytisch auf Blättern und Zweigen besonders von Holzgewächsen (Weiden, Pappeln, Rüstern, Birken, Linden; besonders auch auf Hopfen) schwarze, dünnkrustige oder häutige, ablösbare Ueberzüge bildet, die grünen Organe dadurch dem Einflusse des Lichtes mehr oder weniger entzieht, Gasaustausch und Transpiration modifiziert und dadurch auf die Dauer für die Gesamtentwickelung störend wirkt, ohne daß sich zu seiner Vertilgung etwas Besonderes thun ließe. Auf dem Mycel erscheinen außer Gemmenbildung (§ 22) die früher als Cladosporium Fumago Lk. bezeichneten Conidienträger mit 1—2zelligen elliptischen, braunen Conidien, ferner Conidienbündel und im Herbste aufrecht stehende längliche, sackförmige, bisweilen verzweigte Behälter, welche teils klein- und großsporige Pycniden, teils Perithecien sind. Die gemeine Pleospora herbarum Tul. bildet ähnliche, aber sich nicht ablösende, gleichfalls als Rußthau oder Schwärze[63]) bekannte Ueberzüge wie Fumago, und auf den verschiedensten Pflanzen, meist auf schon abgestorbenen Teilen, aber auch auf gesunde übergehend, ihre rundlichen Perithecien in der Regel erst an den faulenden Organen im Herbste oder Frühjahre reifend. Auch hier gehen Conidienträger (früher Cladosporium herbarum Lk.) und Spermogonien (früher Phoma herbarum West.) den Sporenfrüchten vorauf.

Aus der Familie der Ceratostomeae, die sich von den Lasiophaereen (§ 29) durch mehr oder weniger lange halsartige Mündung der Perithecien und meist farblose Sporen unterscheidet, ist Ceratostoma piliferum Fr. (Sphaeria dryina Pers.) als Ursache des sogenannten „Blauwerdens" toten Nadelholzes[64]) zu erwähnen, dessen braunes Mycelium durch die Markstrahlen sehr rasch bis ins Zentrum des Stammes vordringt, dessen dem Holze aufsitzende sehr kleine kugelige Perithecien durch haarförmig dünnen langen Hals ausgezeichnet sind. In dieselbe Familie gehört auch Gnomonia erythrostoma Fuckel, welche in den Blättern der Kirschbäume lebt und seit mehreren Jahren die Ernten im Altenlande empfindlich geschädigt hat[65]).

§ 31. Aus der Reihe der durch Entwickelung von Fruchtträgern und in oder auf diesen erst der Perithecien ausgezeichneten „zusammengesetzten" Kernpilze ist die Familie der Nectrieae die forstlich bis jetzt allein beachtenswerte. Die von ihnen meist frei entwickelten und verschieden gestalteten Stromata sind fleischig, weich und meist hell oder lebhaft rot gefärbt, die oberflächlichen oder eingesenkten Perithecien mit vollkommen ausgebildeter Wand versehen. Bei der zunächst zu erwähnenden Gattung Nectria Fr. ist der

62) Frank, Krankh. d. Pflanzen S. 567.
63) Frank, a. a. O. S. 578.
64) R. Hartig, Lehrb. d. Baumkrankh. S. 98.
65) Frank, Die jetzt herrschende Krankheit der Süßkirschen im Altenlande; Thiel's landwirthsch. Jahrb. 1887, Taf. 1, 2.

Fruchtkörper warzenförmig, trägt bisweilen anfänglich auf der Oberfläche ein conidienbildendes Hymenium und ist in diesem Entwickelungszustande früher als Gattung Tubercularia Tode beschrieben worden. Auf dem Stroma entstehen später die Perithecien ganz oberflächlich und die in ihren Schläuchen erzeugten länglichen Sporen sind meist zweizellig.

Unter allen Arten der Gattung ist die N. cinnabarina Fr. [66]) wohl die häufigste. Sie ist wie die übrigen Arten ein fakultativer Parasit, dessen hell zinnoberrote, früher als Tubercularia vulgaris Tode beschriebenen Conidienlager vereinzelt warzig oder in größerer Anzahl zu oft ausgedehnten Rasen vereinigt aus der toten Rinde von Stämmen und Aesten hervorbrechen und an auf ihrer Oberfläche dicht gedrängten, kurz verzweigten Conidienträgern zahllose farblose, längliche, einzellige Conidien abschnüren. Sehr selten, wie es scheint, tritt nach Mayr noch eine zweite Form größerer Conidien (Macroconidien) auf, welche lang-spindelförmig, durch Querwände bis sechszellig sind, und wie die ersteren bereits wenige Stunden nach der Aussaat neues Mycel erzeugen. Später erscheinen auf jedem Conidienlager oberflächlich als ein kleines Räschen die zinnoberroten, kugeligen, auf ihrer Oberfläche warzigen Perithecien.

Keimschläuche der Conidien wie Schlauchsporen greifen das lebende Cambium und Rindengewebe nicht an, infizieren dasselbe vielmehr nur nach voraufgegangener Tötung durch Frost oder andere Umstände. Dagegen vermögen sie von frischen Wundflächen des Holzkörpers und zumal von Wurzelwunden aus in den Gefäßen rasch aufwärts zu wachsen und den Holzkörper unter Schwärzung zu töten, so daß derselbe seine Leitungsfähigkeit für Wasser verliert, die Blätter zeitig vertrocknen und abfallen, junge Triebe ganz absterben. Bei Ahornen, Linden und Roßkastanien ist die Erkrankung durch Infektion experimentell nachgewiesen, für andere Holzarten noch zweifelhaft oder das Resultat ein negatives. Sofortiger Verschluß frischer Astwunden durch Baumwachs oder Theer, Abschneiden und Verbrennen der mit den Fruchtlagern besetzten Zweige, sind das einfachste Mittel gegen die Verbreitung des Pilzes.

§ 32. Als zweite baumverderbende Art ist die auf Nadelhölzern lebende N. Cucurbitula Fr. von R. Hartig [67]) erkannt worden. Auch bei ihr dringt das von anwehenden Schlauchsporen oder Conidien entwickelte Mycelium nur von frischen Wundstellen aus in das Innere der Wirtpflanze ein, an der vorzugsweise befallenen Fichte meist an den Fraßstellen der Grapholitha pactolana, aber auch in Hagelschlag-, Astbruchwunden ꝛc. Das Mycelium wuchert im Rindengewebe, besonders in den Siebröhren des Weichbastes, hört für gewöhnlich mit dem Beginn der Cambiumthätigkeit im Wachstum auf und verbreitet sich im ruhenden Gewebe während einer Wuchsperiode bis auf mehr als 10 cm Länge, aber selten über 3—4 cm Breite, das Gewebe schließlich tötend und bräunend, worauf der tote Rindenteil durch eine Korkschicht von dem lebenden Gewebe abgegrenzt und dadurch das Weiterdringen des Parasiten im nächsten Jahre verhindert wird. Dem Winde und der Sonne ausgesetzt, vertrocknet der getötete Rindenteil schon zu anfang Sommers, bei noch nicht kräftigem Stamme auch der Holzkörper und damit der ganze Gipfel, ohne daß es zur Entwickelung von Fruchtkörpern kommt. Durch Schatten und Schutz der Zweige feucht erhalten, brechen dagegen bald die warzenförmigen, hier jedoch zunächst weißen oder gelblichen Fruchtkörper in großer Anzahl hervor, auf deren Oberfläche ein dichtes Hymenium kurzer meist einfacher oder längerer reich verzweigter Conidienträger zweierlei Conidien wie bei voriger Art abschnürt. Etwa 14 Tage später treten auf demselben Stroma, das dann zugleich eine schöne rote Färbung annimmt, die den Perithecien von N. cinna-

66) Mayr, Ueber d. Parasitismus von N. cinn.; Untersuch. a. d. forstbotan. Instit. zu München III. 1, Taf. 1.

67) R. Hartig, Der Fichtenrindenpilz, N. Cuc.; Untersuch. a. d. forstbot. Inst. zu München I. 88, Taf. 5; desgl. Lehrb. d. Baumkrankh. S. 105, Taf. 10.

barina ähnlichen aber glatten Sporenfrüchte auf. Ob letztere bei rein saprophytischer Lebensweise zur Entwickelung gelangen, ist zweifelhaft; Conidienbildung tritt bei Kultur in Nährlösungen ein. Jedenfalls kann der Pilz als Parasit verheerend wirken, wenn er im Gefolge des Fichtenrindenwicklers oder auch eines Hagelschlages erscheint. Durch rechtzeitigen Aushieb der getöteten Gipfel unmittelbar über dem obersten gesunden Astquirl und Verbrennen des Materials ist der Verbreitung des Parasiten zu steuern.

Als dritte Art der Gattung ist N. ditissima Tul.[68]) als Erzeuger eines Pilzkrebses an Laubbäumen, namentlich Buche, Hainbuche, Eiche, Esche, Ahorn, Linde und Erle wichtig. Das Eindringen seiner Sporen- und Conidienkeimschläuche erfolgt wieder nur an frischen Wundstellen, vorzüglich solchen durch Hagelschlag, Einreißen in Astwinkeln ꝛc. Das Mycelium wandert im Rindengewebe, aber selten schneller als ca. 2 cm, selten 3 cm im Jahre, zugleich unter Entwickelung zahlloser, sehr kleiner spaltpilzartiger Conidien, die dem Anscheine nach dazu beitragen, daß sich das infizierte Gewebe mit Ausschluß der äußeren Korkschichten fast ganz auflöst, die betreffende Stelle einsinkt und von der gesunden Nachbarrinde wulstig umwallt wird. In den folgenden Vegetationsperioden verbreitet sich das Mycelium unter Erweiterung der Krebsstelle weiter, doch nicht immer am gesamten Umfange der letzteren, so daß sehr verschieden gestaltete unregelmäßige Bildungen entstehen. Durch Ueberwallung kann aber auch eine Krebsstelle völlig zuwachsen. Ob das Mycel auch durch den Holzkörper weiter wandern und unter Vermittelung der Markstrahlen an entfernteren Stellen in die Rinde zurücktreten und somit ohne Wundinfektion neue Krebsstellen erzeugen kann, wie es für einzelne Fälle den Anschein hat, bleibt zu untersuchen. Die an den Rändern der Krebswunden vorbrechenden weißen Conidienlager sind denen der voraufgehenden Art ähnlich, die tiefroten Perithecien dagegen meist bedeutend kleiner als bei derselben und daher und, weil sie mit Vorliebe in Rindenrissen sitzen, weniger auffallend.

§ 33. In die Familie der Nectrieen gehört auch Claviceps purpurea Tul., der Pilz des bekannten Mutterkornes der Gräser[69]), unter den Getreiden vorzüglich des Roggens. Das Mycelium desselben umspinnt und durchwuchert schimmelartig den Fruchtknoten und erzeugt in Menge eiförmige Conidien, welche, in eine klebrige Sekretion (Honigthau des Roggens) eingebettet, durch Verschleppung andere Grasblüten infizieren können. Aus dieser früher als Sphacelia segetum Lév. beschriebenen Conidiengeneration entwickelt sich das „Mutterkorn“, ein violettschwarz berindetes, hornartig gekrümmtes Dauermycelium, ehedem als eigener Pilz unter dem Namen Sclerotium Clavus DC. (Secale cornutum Bald.) beschrieben. Nach der Ueberwinterung sprossen aus dem Dauermycelium wenige bis 30 fleischige Fruchtkörper hervor, deren anfänglich gelblicher, zuletzt purpurner Stiel bis 3 cm lang wird und ein bis 2½ mm im Durchmesser haltendes flach-kugeliges Köpfchen trägt, dem zahlreiche birnförmige, nur mit der Mündung warzenartig vorragende Perithecien in hohlkugeliger Schicht eingesenkt sind. Aus den zur Blütezeit der Gräser entleerten fadenförmigen Schlauchsporen der letzteren geht in den Grasblüten wieder die Conidiengeneration hervor.

Mit dem Mutterkornpilze nahe verwandt ist die Gattung Cordiceps, Bewohner von Insektenlarven, aus denen die wie bei dem Mutterkornpilze gestalteten oder keulenförmigen fleischigen, relativ großen Fruchtkörper erst mit dem Tode des Tieres hervorbrechen und deren Schlauchsporen noch im Ascus durch Querwände in kleinere (bis 160) Teilsporen zerfallen. Die keulenförmigen, orangegelben, bis 6 cm hohen Fruchtkörper der Cordiceps militaris Lk. finden sich auf von dem Pilze getöteten Raupen und Puppen von Schmetterlingen im Walde unter Moosrasen nicht selten. Nach De Bary[70]) dringen die Keimschläuche der bis auf einige Millimeter aus den Fruchtkörpern ausgeschleuderten Ascosporen durch die Chitinhaut in den Raupenkörper ein, schnüren innerhalb des letzteren cylindrische Conidien ab und diese erzeugen, nachdem sie sich oft auf 2—3fache Länge gestreckt haben, auf ihrem fein pfriemenförmig sich zuspitzenden Ende Sekundärconidien, die sich in gleicher Weise vermehren, das Blut des Tieres mehr und

---

68) R. Hartig, Der Krebspilz d. Laubholzbäume, N. dit.; Untersuch. a. d. forstbotan. Instit. zu München I. 109. Desgl. Lehrb. d. Baumkrankh. S. 108, Fig. 43—48.

69) Tulasne, Mémoire sur l'ergot des glumacées; Annales d. scienc. natur. 3. sér. XX 1, tab. 1—4. Kühn, Untersuch. üb. d. Entwickl., d. künstliche Hervorrufen u. d. Verhütung d. Mutterkornes; Mitteil. d. landwirtsch. Instit. zu Halle I.

70) De Bary, Zur Kenntniß insektentödtender Pilze; Botan. Zeitung 1867, S. 17.

mehr erfüllen und das Tier in gleichem Maße erkranken lassen und töten. Nach dem Tode der Raupe wachsen dann die Conidien zu Mycelien aus, die, auf Kosten der organischen Substanz sich ernährend, den anfänglich schlaffen Körper allmählich prall ausfüllen, zuletzt zahllose Aeste nach außen senden, welche die Körperoberfläche mit dichtem Flaum bedecken und rundliche Conidien abschnüren, oder in der Form der früher als Isaria farinosa Fr. beschriebenen, bis 4 cm hohen und oft verzweigten Hyphenbündel mit kleinen Köpfchen zahlreicher Conidienketten erscheinen. Später treten dann ähnliche Hyphenbündel als Fruchtkörper hervor. Als Insektenvertilger ist der Pilz in der Conidienform oft von Bedeutung.

Aus der Familie der Dothideaceae der zusammengesetzten Kernpilze, welche sich durch ganz im Gewebe der Wirtpflanze eingesenkte kuchen- oder polsterförmige Stromata und dadurch auszeichnet, daß die Perithecien der eigenen Wand entbehren und gewissermaßen nur als Höhlungen im Stromagewebe erscheinen, ist Polystigma rubrum Tul. als Erzeuger der fleischigen feuerroten, von zahlreichen Spermogonienmündungen dunkel punktierten Rotflecken oder Lohe der Blätter von Pflaumen und des Schwarzdorns bemerkenswert, durch welche der Parasit infolge vorzeitiger Entblätterung oft Schaden verursacht. Die Entwickelung der Perithecien (§ 28) findet erst im Laufe des Winters in dem am Boden faulenden Laube statt.

4. Unterordnung. Discomycetes, Scheibenpilze[71]).

§ 34. Die Sporenfrüchte der Scheibenpilze sind von denjenigen der Kernpilze wesentlich dadurch verschieden, daß bei ihnen das Hymenium wenigstens zur Reifezeit, meist schon von Anfang an auf einer größeren frei liegenden Fläche, der Scheibe (discus), ausgebreitet ist, welche bei den typischen Formen der Gattung Peziza und Verwandten den Boden der flach schüssel- oder becherartigen, in der Regel nur kleinen Sporenfrucht oder des sogenannten Apotheciums bildet. Uebergänge zu den Pyrenomyceten kommen allerdings insofern vor, als bei der Familie der Phacidiaceen die elliptischen oder länglichen, geraden oder gebogenen, schwarzen, hornartigen Sporenfrüchte den Perithecien sehr ähnlich werden (§ 35). In entgegengesetzten Fällen (Morcheln u. s. w.) erinnern die Discomycetenfrüchte an die keulen- oder hutförmigen Fruchtkörper der Basidiomyceten.

Auch bei Scheibenpilzen sind für bestimmte Gattungen Organe bekannt, welche wie bei den Kernpilzen als Sexualapparate betrachtet werden dürfen.

Bei Peziza confluens[72]) sind die Archikarpien größere kugelige oder eiförmige Zellen, welche auf dem Scheitel meist einen hakenförmigen Fortsatz tragen, mit welchem das schlankere keulenförmige Antheridium kopuliert. Bei Ascobolus[73]) ist das Archikarp ein durch Querwände gegliederter dicker, raupenartig aussehender Mycelast, der in seinem vorderen Teile von den Aesten des schlanken Antheridienzweiges fest umklammert wird.

In beiden Fällen werden die Geschlechtsorgane dann von einer unter ihnen hervorsprossenden dichten, zur Wand der Sporenfrucht auswachsenden Hyphenhülle umsponnen, innerhalb welcher aus dem Archikarp, bei Ascobolus aus einer bestimmten Zelle desselben, die differenten, plasmareichen ascogenen Hyphen mit den Sporenschläuchen als Endzellen ihrer letzten Aeste hervorsprossen.

Als Vorläufer der Fruchtkörper, die auch hier bisweilen erst auf einem Stroma gebildet werden (Rhytisma), sind wie bei Pyrenomyceten vielfach Conidienträger, conidientragende Stromata, Pycniden und Spermogonien, als Entwicklungszustände des Myceliums Sclerotien bekannt.

§ 35. Unter den hier zu berücksichtigenden Scheibenpilzen schließt sich die schon im § 34 erwähnte Familie der

---

71) Tulasne, Selecta fungorum carpologia III.

72) Tulasne, Note sur les phénomènes de copulation que présentent quelques champignons; Annales d. scienc. natur. 5. sér. VI. 211, tab. 11, 12. — De Bary, Fruchtentwickelung d. Ascomyceten S. 20; Vergl. Morphol. S. 225.

73) Woronin, Zur Entwickel. d. Ascobolus pulcherrimus; in De Bary's Beitr. z. Morphol. u. Physiol. d. Pilze II. 1, Taf. 1—4. — Janczewski, Morphol. Untersuch. üb. A. furfuraceus; Botan. Zeit. 1871, S. 257, Taf. 4.

Phacidiaceae, Schorfpilze,

den Kernpilzen am nächsten an. Ihre kleinen, hornartig harten, schwarzen Sporenfrüchte sind bald rundlich und springen dann mit einem Deckel auf oder zerreißen lappenförmig von der Scheitelmitte aus; meist aber sind sie länglich bis linienförmig, gerade oder bisweilen gebogen und öffnen sich auf dem Scheitel lippenartig mit Längsspalte, die wie in den vorhergehenden Fällen das Hymenium bloßlegt. Die Unterscheidung der Gattungen nach diesen Merkmalen, nach Ein- oder Mehrzelligkeit und Form der Sporen, Zahl derselben im Ascus, ist eine von den Mycologen in sehr verschiedenem Sinne gehandhabte. Wichtig ist für uns die hier noch im älteren Umfange genommene Gattung

Hysterium Tode, Ritzenschorf. Die von Spermogonien begleiteten elliptischen bis länglichen Apothecien treten einzeln frei als strichförmige Polster oder Wülste auf dem Substrate hervor und öffnen sich lippenartig mittelst (bei der Sektion Lophodermium kammartig zerschlitzter) Längsspalte. Die zu 8 in den Schläuchen entstehenden Sporen sind bei Hysterium im engeren Sinne ei- bis lanzettförmig, 4—16zellig und braun, bei den von manchen Autoren als eigene Gattungen abgesonderten Hypoderma länglich-cylindrisch, so lang oder fast so lang als der Schlauch, 2—4zellig und farblos, bei Lophodermium fadenförmig, einzellig und farblos. Die Gattung im älteren Sinne umfaßt Saprophyten und Parasiten, unter letzteren mehrere Nadelholzbewohner, von denen

H. Pinastri Schrad. (Lophodermium Pinastri Chev.) die gefürchtete parasitäre Schütte der gemeinen Kiefer, desgleichen auch der Schwarzkiefer (Pinus austriaca) hervorruft [74]). Seine Sporenkeimschläuche dringen, wie aus den Infektionsversuchen Prantl's hervorgeht, in die jungen in Entfaltung begriffenen Kiefernnadeln ein, die Epidermis derselben direkt durchbohrend. Ermöglicht wird eine solche Infektion im Freien dadurch, daß die Reifezeit der Pilzsporen (Mai) mit der Entfaltungszeit der Kiefernnadeln zusammenfällt. Das intercellular im Nadelparenchym vegetierende Mycelium verrät seine Anwesenheit später auch äußerlich durch das Auftreten isolierter gelber bis gelbbrauner und zuletzt brauner Flecken mit verwaschenen Rändern, und auch an den im Laufe des Herbstes resp. des ersten Winters bis zum nächsten Frühjahre nach der Infektion völlig gebräunten Nadeln tritt diese verschwommene Fleckung stets noch mehr oder weniger hervor, eine solche pilzinfizierte Nadel von der einfach erfrorenen, gleichmäßig gebräunten Nadel leicht unterscheidend. Infolge des weiteren Eindringens des Mycels in das Gewebe des zartwandigen Phloëms, das in den völlig gebräunten Nadeln stets getötet ist, tritt auch wohl das Absterben der ganzen Nadel ein, das nach Maßgabe der zu beobachtenden Zwischenstadien nur das auf die erste Fleckung folgende zweite Stadium derselben Krankheit ist. An 2- und 3jährigen Kiefernpflanzen ist diese Tötung gewöhnlich mit einem Senken der Nadeln aus ihrer aufrechten resp. horizontalen Stellung in eine mehr oder weniger hängende verbunden. In milden Wintern oder erst im nächsten Frühlinge treten auf den gebräunten Nadeln mehr oder weniger zahlreich (oft bis 30 und mehr auf einer Nadel) die Spermogonien als winzige schwarze, fleckenartig aus der Epidermis vorbrechende, meist länglichrunde Behälter mit zahllosen sehr kleinen, farblosen, länglichen Spermatien auf. An den Jährlingen finden sie sich bisweilen sogar an den Cotyledonen, an bis 3jährigen

74) Göppert, in Verhandl. d. schlesisch. Forstver. 1852, S. 67. Prantl, Hysterium pinastri als Ursache d. Schüttekrankheit d. Kiefer; „Flora“ 1877, S. 333; desgl. Die Ursache d. Kiefernschütte, in Baur's forstw. Centralbl. 1877, S. 433; desgl. Weitere Beobachtungen üb. d. Kiefernschütte u. d. auf Coniferen schmarotzenden Pilze a. d. Gatt. Hysterium, ebenda 1880, S. 509. Tursky, Die Schütte d. Kiefern; ebenda 1881, S. 144 (russische Originale in Mittheil. d. land- u. forstwirthsch. Akad. zu Petrorsko-Rasumovskoe b. Moskau 1878 u. 1881). R. Hartig, Lehrb. d. Baumkrankh. S. 126. Die dänischen Veröffentlichungen Rostrup's in Tidsskrift for Skovbrug 1879—1883 waren mir leider nur in Referaten zugänglich.

Pflanzen nicht selten mehr oder weniger zahlreich auf der Rinde der Triebe, ein Umstand, der schon darauf hinweist, daß das Mycel aus der infizierten Nadel in den Zweig resp. das Stämmchen hinüber zu wachsen vermag oder letztere gar selbst infektionsfähig sind, so lange sie noch eine für die Keimschläuche durchbohrbare Oberhaut besitzen. Die Entwickelung der Apothecien erfolgt viel später, nach Prantl die Sporenreife nie vor dem 2. Jahre (von der Infektion an gerechnet), bei akuter Erkrankung, der eigentlichen „Schütte", wie sie in bekannter Weise verheerend bei jungen ein- oder wenigjährigen Pflanzen eintritt, erst auf den bereits abgefallenen Nadeln, während bei der an alten Kiefern (aber auch an recht kräftigen jungen Pflanzen) in allen Wäldern vorhandenen chronischen Erkrankung die auch erst viel später äußerlich die Infektion verratenden Nadeln bis zur Fruchtreife des Pilzes, oft sogar länger', zuweilen gar länger als gleichalterige gesunde Nadeln am Baume bleiben. Die Anlage der Apothecien erfolgt bei den genauer untersuchten Arten der Gattung [75]) in der Epidermis selbst, d. h. aus dem Inneren der Nadel treten am Orte der Fruchtbildung zahlreiche feine Mycelfäden in eine Gruppe von Oberhautzellen ein, letztere in ihren Seitenwänden zerreißend und die Außenwände als schließlich platzende Decke emporwölbend, die Innenwände muldenartig nach unten drückend. Eine Gallerthülle der einzelnen Sporen wie der Paraphysen befördert durch Quellung bei Regenwetter die Entleerung der Sporen aus den geöffneten Apothecien, deren Längsspalte sich bei trockener Witterung wieder schließt. Die entleerten fadenförmigen, einzelligen, farblosen Sporen sind sofort keimfähig.

Prantl betont, daß ihm kein Fall wirklicher Schüttekrankheit bekannt geworden sei, bei dem nicht das leicht erkennbare H. Pinastri konstatiert werden konnte. Desgleichen habe ich in der allerdings nur kurzen Frist von 2 Jahren bei Eberswalde in jedem der mir bekannt gemachten und von mir selbst untersuchten Fälle nur H. Pinastri als Ursache der Schütte, im Frühjahre 1887 auf einem großen Pflanzkampe des Biesenthaler Revieres dasselbe in nie gesehener Fülle beobachtet. Auch die experimentellen Untersuchungen Tursky's wie die Angaben Rostrup's bestätigen den Parasiten als eine der hervorragendsten, vielleicht die überwiegendste Ursache der „Schütte" der Kiefer, und gegenüber dieser parasitären Schütte dürfte die hier nicht zu besprechende „Dürrschütte", d. h. die Vertrocknung der Nadeln infolge starker Transpiration bei zugleich verhinderter Wasserzufuhr aus dem noch gefrorenen Boden [76]), lange nicht die Bedeutung haben, die ihr in forstlichen Kreisen zugesprochen wird, von der wohl nur sehr seltenen „Frostschütte" infolge direkten Erfrierens der jungen Nadeln bei Spätfrösten ganz abgesehen. Mit der bekannten Winterfärbung der gesunden Nadel kann „Schütte" nur von ganz Unerfahrenen identifiziert werden. Auf grund der Erfahrung aber, daß die parasitäre Schütte von einem Erkrankungsherde aus sich weiter verbreiten kann, daß Kiefernsaatbeete durch Bedeckung mit den Pilz führendem Kiefernreisig infiziert werden, auf Grundlage namentlich der bis jetzt vorliegenden und noch fortzuführenden fachwissenschaftlichen Untersuchungen dürfte es zur Bekämpfung der Krankheit angemessen sein: Kiefernsaat- und -Pflanzbeete stets in angemessener Entfernung von Kiefernbeständen und nie in der herrschenden Windrichtung anzulegen, Saatbeete nie mit Erde aus Kiefernpflanzungen zu übersieben oder mit Kiefernreisig zu decken, aus infizierten Pflanzkämpen alle total erkrankten und getöteten Pflanzen sowie die abgefallenen mycelhaltigen Nadeln sorgsam zu entfernen und zu vernichten, ehe man an eine etwaige „Ausbesserung" solcher Kämpe geht, ebenso beim Verschulen sämtliche verdächtigen Pflanzen auszuscheiden [77]).

---

75) R. Hartig, Wichtige Krankh. d. Waldbäume S. 104.

76) Ebermayer, Die physikal. Einwirkungen d. Waldes auf Luft u. Boden I. 251. Vgl. auch Holzner, Die Beobachtungen üb. d. Schütte der Kiefer. Freising 1877.

77) Vgl. auch Tursky in Mittheil. d. land- u. forstwirth. Akad. (Note 74), IV.

§ 36. Von anderen Arten der Gattung ruft das in den Nadeln der Fichte gleichfalls intercellular lebende Mycel des Fichtenritzenschorf's, H. (Hypoderma) macrosporum R. Hartig[78]), die sogenannte Fichtennadelröte (Fichtennadelbräune resp. -Schütte) hervor, welche in 10—40jährigen Beständen in manchen Jahren sehr intensiv auftritt und sich in der Weise äußert, daß die Nadeln vorjähriger Triebe in feuchten Lagen schon im Mai sich bräunen und im Juli die Anfänge der Apothecien zeigen, welche im April und Mai des 2. Jahres reifen. In trockenen Lagen tritt dagegen die Bräunung erst im Oktober ein, die Anlage der Sporenfrüchte im Juni des nächsten Jahres, die Reife im März und April an vierjährigen Nadeln. Die Apothecien treten meist nur auf den beiden unteren Flächen der Nadel als lange gerade, glänzendschwarze Längswülste auf; ihre fadenförmigen, sofort keimfähigen Sporen haben die Länge des Schlauches. Die Infektion findet auch hier nur an den jungen Nadeln statt. Einzelne Punkte in der Entwickelungsgeschichte des Pilzes sind nicht aufgeklärt; auch ist noch zu untersuchen, ob die Hartig'sche Art als solche berechtigt oder mit H. Pinastri identisch ist, wie letzteres u. a. auch von Frank (Krankh. d. Pfl. 550) angenommen wird.

Der auf der Tanne überall vorkommende Weißtannenritzenschorf, H. nervisequium Fr. (Hypoderma nerv. DC.)[79]) veranlaßt im Mai bis Juli Bräunung der zweijährigen Nadel, auf welcher nach der Tötung oberseits die Spermogonien, im folgenden Jahre die im April reifenden lang-linienförmigen Apothecien unterseits auf der Mittelrippe erscheinen, nicht selten ein einzelnes Apothecium von der Länge der Nadel. Die an einem Ende deutlich dickeren Sporen erreichen nur die halbe Schlauchlänge.

Auch bei Tanne und Fichte ist wie bei der Kiefer die Erkrankung eine chronische oder akute; im ersteren Falle bleiben die Nadeln lange am Baume und fallen nach Reifung der Sporen einzeln ab; im letzteren Falle „schütten" die Pflanzen die Nadeln in Menge vor Entwickelung der Apothecien. Welche der beiden Krankheitsformen auftritt, ist mit großer Wahrscheinlichkeit auf Ernährungsverhältnisse des Wirtes, auf dessen Prädisposition zurückzuführen. Wie bei allen Pilzkrankheiten spielen dann auch hier Witterungsverhältnisse namentlich zur Zeit der Sporenentleerung resp. Infektion, desgleichen Standortsverhältnisse eine bedeutende Rolle.

Von anderen Phacidiaceengattungen ist hier nur noch Rhytisma Fr. zu erwähnen, dessen Spermogonien und gewundene Apothecien zu vielen in einem flachen schwarzen, mit dem Substrate fest verwachsenen Stroma entstehen, das mehr oder weniger große, schwarze, rundliche, bisweilen polsterartig verdickte Flecken auf den noch lebenden Blättern bildet, hier auch häufig schon die Spermogonien, die Apothecien aber erst im Laufe des Winters auf dem abgefallenen und faulenden Laube entwickelt. Die fadenförmigen Sporen gelangen dann im Frühlinge wieder auf die jungen Blätter. Der Ahorn-Runzelschorf, R. acerinum Fr., ist eine der bekanntesten, besonders den Spitzahorn befallenden Arten.

§ 37. Die zweite forstlich beachtenswerte Familie der Scheibenpilze ist diejenige der

Pezizeae, Becherpilze,

deren meist nur kleine und fleischige oder wachsartig weiche, mannigfach gefärbte, vergängliche Sporenfrüchte gestielt, becherförmig oder sitzend napfförmig und in der Jugend infolge starker Einrollung des Randes krugartig geschlossen (Peziza) oder von anfang an offen sind (Helotium), oder welche sich ungerandet unregelmäßig, lagerartig ausbreiten (Pyronema). Die zahlreichen Arten leben teils saprophytisch auf der Erde oder auf faulenden Pflanzenteilen, teils parasitisch, einzelne der letzteren Formen oft recht schädlich werdend,

78) R. Hartig, Wichtige Krankh. d. Waldbäume, S. 101, Taf. 6, Fig. 1—17.
79) R. Hartig, Wichtige Krankh. d. Waldbäume S. 114, Taf. 6, Fig. 18—25.

wie z. B. die in den befallenen Pflanzenteilen Sclerotien entwickelnden Peziza ciborioides Fr. auf Klee (Kleekrebs), P. Kaufmanniana Tich. auf Hanf (Hanfkrebs) und P. sclerotiorum Lib. auf Möhren, Rüben, Raps (Rapsverderber) ꝛc. Zugleich ist letztere Art aber bemerkenswert dadurch, daß sie als fakultativer Schmarotzer immer erst eines saprophytischen Anfangsstadiums bedarf, um für den Parasitismus befähigt zu werden: auf lebenden Pflanzenteilen keimen die Sporen zwar, aber die Keimschläuche bleiben auch unter den günstigsten Verhältnissen kurz und dringen nicht ein; vielmehr wird der Pilz erst zur Infektion tüchtig und bleibt dann zeitlebens infektionstüchtig, wenn die Keimschläuche auf toter organischer Substanz bis zu einem gewissen Grade herangewachsen und erstarkt sind[80]. Für den Forstmann wichtig ist

Peziza Willkommii R. Hartig, der Lärchenkrebspilz als Erzeuger des weit verbreiteten und verderblichen Lärchenkrebses[81]. Die Sporenkeimschläuche dieses Parasiten vermögen nur durch Wundstellen (Hagelschlag, Ausfressen der Kurztriebe durch die Lärchenmotte) in die Rinde einzudringen, in welcher sich das reich verzweigte Mycelium vorwiegend intercellular im grünen Rindenparenchym, Weichbaste und Cambium verbreitet, von wo aus es jedoch auch in den Holzkörper hinüberwächst. Sein Wachstum steht im Sommer still, die getötete Rindenstelle vertrocknet, sinkt ein und wird durch eine Korkschicht von der umgebenden lebenden Rinde abgegrenzt, welche die Rinde an der Grenze der Krebsstelle stellenweise zum Aufreißen bringt und das Ausfließen von Terpentin ermöglicht. Im Herbste und Frühlinge wandert das Mycel zentrifugal, in der Längsrichtung des Stammes etwas bevorzugt, weiter, indem es durch die Cambialschicht oder durch Vermittelung des Holzkörpers neue Teile des Bastes ergreift und die Krebsstelle vergrößert, in deren Ausdehnung infolge der Tötung des Cambiums natürlich auch kein Dickenzuwachs stattfindet, während ein solcher auf der entgegengesetzten Stammseite kräftiger erfolgt und daselbst eine Anschwellung verursacht. Bei schnellem Vorrücken des Mycels und langsamem Dickenwachstum des Stammes oder Astes umfaßt die Krebsstelle frühzeitig den ganzen Umfang und bringt die über ihr liegenden Teile zum völligen Absterben. Auf der Krebsstelle brechen bald nach dem Tode der Rinde kleine weiße, stecknadelkopfgroße Pusteln hervor, welche im Inneren labyrintartiger Kammern auf äußerst zarten, einfachen Hyphen zahllose winzige, längliche Zellchen (Spermatien?) abschnüren und auf denen sich später einzeln oder zu mehreren die 2—5 mm im Durchmesser haltenden, kurz gestielten, schüsselförmigen, weiß gerandeten und außen weißwolligen Apothecien mit ihrer mennigroten Hymenialscheibe entwickeln. Die Färbung der letzteren wird durch die gelbroten Fetttröpfchen bedingt, welche das Plasma der Hyphen in der subhymenialen Schicht, der Paraphysen und der zu 8 in den Schläuchen liegenden länglichen, einzelligen Sporen reichlich erfüllen. Die reifen Apothecien sind denjenigen der P. calycina Schum., welche an dürren Aesten von Lärchen, Fichten und Tannen gefunden werden, so ähnlich, daß nur die größeren Sporen ein zudem unsicheres Artmerkmal des Lärchenkrebspilzes bleiben, beide Arten möglicherweise identisch sind, worüber Kulturversuche entscheiden müssen.

In den Hochalpen ist der Lärchenkrebspilz verbreitet; jedoch kommt er hier nur in feuchten Thälern, in Freilagen am Fuße der Stämme unter dem Schutze der benachbarten Vegetation zur vollen Entwickelung seiner gegen Trockenheit sehr empfindlichen Schlauchfrüchte, die daher in trockenen, luftigen Lagen (wie auch an gleichen Standorten der Ebene) mehr oder weniger zurückbleiben, leicht vertrocknen und absterben. In der Heimat der

80) De Bary, Ueber einige Sclerotinien u. Sclerotienkrankheiten; Botan. Zeitung 1886, S. 377, speciell S. 396.

81) Willkomm, Der Rindenkrebs d. Lärche; in „Die mikrosk. Feinde d. Waldes" S. 167, Taf. 11—14 (der Pilz wird hier fälschlich als Corticium amorphum bezeichnet). R. Hartig, Die Lärchenkrankheiten, insbesondere d. Lärchenkrebspilz; Untersuch. a. d. forstbot. Instit. München I. 63, Taf. 4, Fig. 10—20; desgl. Wichtige Krankh. d. Waldb. 98, Taf. 5, Fig. 16—21.

Lärche ist deshalb der Pilzschaden nur stellenweise ein empfindlicher. Andererseits fand der eingewanderte Parasit in den Tieflagen der Ebene meist günstige Entwickelungsbedingungen: junge, reine Bestände, feuchte Atmosphäre in denselben, Infektionsstellen durch Mottenfraß, ꝛc. Die Maßregeln gegen seine Verbreitung ergeben sich aus diesen Andeutungen von selbst.

§ 38. Als dritte Familie der Discomyceten ist kurz noch diejenige der Helvellaceae zu berühren: erdbewohnende Pilze, deren große gestielte, fleischige oder wachsartig weiche, vergängliche Fruchtkörper die Gestalt von Hutpilzen haben. Unter ihnen liefern die Gattungen Morchella Dill. und Helvella L. vorzügliche Speisepilze[82]). Bei ersterer, den Morcheln, besitzt der Stiel eine einfache Höhlung und der meist kegel- bis eiförmige, selten fast kugelige Hut trägt das Hymenium auf seiner durch netzförmige Rippen grubig-zelligen Oberfläche. M. esculenta Pers. (Speisemorchel) mit rundlich-eiförmigem und blaßgelbbraunem, M. conica Pers. (Spitzmorchel) mit verlängert kegelförmigem und meist dunkler bis schwärzlichbraunem und M. deliciosa Fr. mit fast walzenförmigem, rötlichgelbem Hute sind die wichtigsten in Wäldern wachsenden Arten. — Helvella (Lorchel, Faltenmorchel) ist durch meist zellig-hohlen Stiel und vorzüglich durch den mützenförmig herabgeschlagenen, unregelmäßig gelappten und blasig aufgetriebenen Hut mit sonst glatter Oberfläche verschieden. Die verbreitetste Art ist die wohlschmeckende H. esculenta Pers. (Speiselorchel) mit braunem bis schwarzbraunem Hute. Giftig ist die an dem schmutzig fleischroten (selten violetten bis fast blauschwarzen) Stiele kenntliche, widerlich schmeckende H. suspecta Krombh.

§ 39. Zahlreiche Pycniden, Spermogonien, Conidienträger und Conidien tragende Stromata müssen, weil man ihre Zugehörigkeit zu bestimmten Schlauchfrüchten bis jetzt nicht kennt (§ 24), wie in früherer Zeit, so auch jetzt noch als eigene Gattungen in besonderen Familien bleiben, die mit Sicherheit auch nicht einmal entweder als Kern- oder Scheibenpilzangehörige bezeichnet werden können. Solche Fungi imperfecti sind z. B. die

Sphaeropsideae: der Rinde ꝛc. eingesenkte einfächerige Pycniden, welche sich auf dem nicht halsförmig verlängerten Scheitel porenförmig oder unregelmäßig öffnen oder auch am Grunde ringsum sich lösen und ihre meist ziemlich großen, mehrzelligen, gefärbten Conidien in Gallerte eingebettet zuletzt als dunkele Masse zur Mündung herausquellen lassen. Dahin gehört u. a. Diplodia Fr. mit auf dem Scheitel unregelmäßig sich öffnenden Pycniden und einzeln auf den Basidien abgeschnürten ein- oder zweizelligen, ei- oder keulenförmigen Conidien in denselben. Aus dieser Gattung ist neuerdings D. gongrogena Temme als Erzeugerin der meist haselnuß- bis taubeneigroßen aber auch bis 65 cm dicken, viele Jahre lang wachsenden Holz- oder Pilzkröpfe an Populus tremula genauer bekannt geworden[83]). Aus der verwandten Gattung Pestalozzia De Notar., welche sich durch die ringsum unregelmäßig aufreißenden Pycniden, sowie durch eine wimperartige Borste auf dem Scheitel der durch mehrere Querwände gefächerten Conidien auszeichnet, verursacht P. gongrogena Temme ähnliche Holzkröpfe an Salix viminalis[83]).

Als Gymnomycetes Fr. bezeichnet man conidientragende Stromata, meist Saprophyten, seltener Parasiten, unter letzteren Sphaceloma ampelinum De Bary als Ursache des schwarzen Brenners (Anthracnose) des Weinstockes[84]), Hymenula Platani Lév. (Gloeosporium nervisequum Sacc.) als ein in den Blattrippen der Platane vegetierender und das vorzeitige Abwerfen der Blätter im Sommer bedingender, daher namentlich jungen Bäumen unter Umständen gefährlicher Parasit bekannt[85]).

Hyphomycetes Fr. im weitesten Sinne sind schimmelartige Fadenpilze mit Conidienträgern, welche einzeln dem durch Querwände gegliederten Mycelium entspringen. Von den zahllosen noch nicht endgültig untergebrachten Gattungen dieser Gruppe sei Cercospora Fresen. hervorgehoben, deren einfache oder einmal gabelig verzweigte, oft durch Querwände gegliederte Conidienträger einreihig-gefächerte und am Scheitel allmählich lang schwanzförmig ausgezogene (einer Reitpeitsche ähnliche) Conidien abgliedern. Aus dieser Gattung tritt der Ahornkeimlingspilz, C. acerina R. Hartig[86]), als fakultativer Parasit auf den Keimpflanzen der Ahornarten auf, an denen das meist intercellulare Mycel an Cotylebonen, Stämmchen und jungen Laubblättern schwarze Flecken erzeugt und die Pflänzchen in feuchter Luft schnell ganz oder teilweise absterben läßt. Die Conidienträger treten durch beliebige Zellen der Oberhaut als graufilziger Schimmel nach außen und tragen ihre Conidien bis zu 6 büschelig auf

82) Gute Abbildungen bei Krombholz, Naturgetreue Abbild. u. Beschreib. d. eßbaren, schädlichen u. verdächtigen Schwämme. Prag 1831—47.

83) Temme, Ueber d. Pilzkröpfe d. Holzpflanzen; in Thiel's landwirthsch. Jahrb. XVI. 437, Taf. 3.

84) Göthe, Mittheil. üb. d. schwarzen Brenner u. d. Grind d. Reben. Leipzig 1878. De Bary, Ueber d. sogen. Brenner (Pech) d. Reben; Bot. Zeit. 1874, S. 451.

85) v. Tavel, Beitr. z. Entwickelungsgesch. d. Pyrenomyceten; Bot. Zeit. 1886, S. 827, Taf. 7, Fig. 1, 2. Frank, Krankh. d. Pflanzen S. 613.

86) R. Hartig, Untersuch. a. d. forstbot. Instit. München I. 58, Taf. IV, Fig. 1—9; desgl. Lehrb. d. Baumkrankh. S. 113, Taf. 11, Fig. 1—9.

[illegible] Keimschläuche der letzteren durchbohren direkt die Epidermis der Ahornkeim- [illegible] infizierten Gewebes vermag das Mycel aber auch sehr kleine braune, aus [illegible] oder knäuelartig gruppierten Zellen gebildete Sclerotien zu erzeugen, welche [illegible] Keimfähigkeit ein Jahr lang behalten und durch Auswachsen ihrer Zellen zu [illegible] gesunde Pflanzen gerade so anstecken, wie Conidien.

5. Unterordnung. Lichenes, Flechten[87]).

§ 60. Untersucht man unter dem Mikroskope einen genügend dünnen Quer- oder Längsschnitt aus dem Thallus einer Flechte, so fällt sofort die Zusammensetzung desselben aus zweierlei heterogenen Elementen auf. Die Hauptmasse besteht aus vielfach verzweigten, durch Querwände gegliederten, chlorophyllfreien und farblosen Fäden, welche im Inneren des Thallus ein lockeres, filziges, lufthaltiges Geflecht, das Mark bilden, nach außen sich zu einer pseudoparenchymatischen, meist durch sehr dicke Zellenwandungen ausgezeichneten und häufig charakteristisch gefärbten Rinde fast immer lückenlos ineinander schieben. Von der dem Substrate aufsitzenden Fläche des Thallus gehen zarte Zellenfäden als sogenannte **Haftfasern** (Rhizinen) in das Substrat, die Flechte festheftend und mit Wasser, vor allem aber mit mineralischen Nährstoffen versorgend. Sämtliche chlorophyllfreien Teile des Laubes stimmen in Bau, stofflicher Beschaffenheit, Wachstumsweise ꝛc. mit den Hyphen der bis jetzt betrachteten Pilze derartig überein, daß sie auch bei den Flechten als Hyphen zu bezeichnen sind.

Zwischen diesen Hyphen, von ihnen allseitig umsponnen und mit ihnen vielfach verwachsen, liegen chlorophyllführende und daher grüne oder blaugrüne, meist kugelige Zellen entweder mehr oder weniger gleichmäßig durch alle Regionen des Thallus verteilt (ungeschichteter oder homöomerer Thallus), oder gruppenweise oder in zusammenhängender Schicht auf eine bestimmte und daher durch ihre vorwiegend grüne Farbe auch dem unbewaffneten Auge schon erkennbare Region, meist an der Grenze zwischen Mark und Rinde, beschränkt (geschichteter oder heteromerer T.). Diese in den lichenologischen Werken als **Gonidien** (Brutzellen) unterschiedenen Thallusbestandteile gleichen wiederum in Bau und Teilung der Zellen so sehr gewissen Algen aus den Gruppen der Cyanophyceen, Palmellaceen und Protococcaceen (§ 9, 13), seltener bestimmten Confervoideen (§ 13), daß nach Veröffentlichung der ausgezeichneten anatomischen Arbeiten **Schwendener's** (1860/69) und **Bornet's** (1873/74)[87]) die Frage zu beantworten war: Sind die sogenannten Gonidien des Flechtenthallus Algen, welche von den Hyphen eines parasitischen Pilzes umwachsen und zur Beschaffung organischer Nährsubstanz verwendet werden und die Flechten sonach Pilze — oder sind die gleichen frei lebenden Zellen, welche man bisher als Algen betrachtete, nur zufällig aus dem Flechtenthallus frei gewordene „Gonidien“ des letzteren, welche dann ein algenartiges Dasein fristen und aus der Klasse der Algen zu streichen sind? Die zweite Hälfte dieser Frage erhielt eine weitere Stütze durch die experimentellen Untersuchungen **Famintzin's** und **Baranetzky's** (1867/68)[87]), welche zeigten, daß „Gonidien“ nach ihrer künstlichen Befreiung aus dem Thallus nicht allein wie die ihnen gleichenden Algen weiter zu wachsen und sich durch die charakteristischen Zellteilungen zu vermehren vermögen, sondern daß bei gewissen Formen auch die den gleichgestalteten Algen zukommende Entwickelung von Schwärmzellen eintritt, welche den im Thallus eingeschlossenen „Gonidien“ mit sehr seltenen Ausnahmen abgeht.

Es war daher nur ein ganz natürlicher weiterer Schritt zur Lösung der Frage, wenn **Reeß**[87]) im Jahre 1871 einen Flechtenthallus durch ein geeignetes Kulturexperiment zu erziehen versuchte. Er säete die Sporen von Collema glaucescens auf eine nachweisbar völlig hyphenfreie (also pilzreine) Kolonie der Gallertalge Nostoc lichenoides, mit deren Zellen die „Gonidien“ jener Collema übereinstimmen, beobachtete das Eintreten der Sporenkeimschläuche in die Algenkolonie, die weitere Entwickelung der Hyphen innerhalb derselben und das Wiederaustreten von Hyphenzweigen als Rhizinen u. s. w., mit anderen Worten die Ausbildung der gemeinsam wachsenden Algen und Hyphen zur typischen Flechte (Collema), ohne aber leider infolge Zugrundegehens der Kulturen den homöomeren Flechtenthallus zur Fruchtentwickelung und

---

87) Aus der äußerst umfangreichen Litteratur, welche **Krempelhuber's** Geschichte u. Litteratur d. Lichenologie (3 Bde., München 1867/72) bis 1870 vollständig verzeichnet, hier nur das wichtigste von **Bau und Entwickelungsgeschichte**: Tulasne, Mémoire pour servir à l'hist. organographique et physiologique d. Lichens; Annales d. scienc. natur. 3. sér. XVII. 5, 153, tab. 1—16. **Schwendener**, Untersuch. üb. d. Fechtenthallus; in Nägeli's Beitr. z. wissensch. Botan. II—IV; desgl. Die Algentypen der Flechtengonidien, Basel 1869. **Bornet**, Recherches sur les gonidies des Lichens; Annales d. scienc. natur. 5. sér. XVII, XIX. **Famintzin** u. **Baranetzky**, Zur Entwickelungsgeschichte d. Gonidien d. Flechten; Mém. de l'acad. d. scienc. de St. Pétersbourg XI; Botan. Zeitung 1868, S. 169; Pringsheim's Jahrb. f. wissensch. Bot. VII. 1. **Reeß**, Ueber d. Entstehung d. Flechte Collema glaucescens; Monatsber d. Berliner Akad. d. Wiss. 1871, S. 523. **Treub**, Lichenencultur; Bot. Zeitung 1873, S. 721. **Frank**, Ueber d. biolog. Verhältn. d. Thallus einiger Krustenflechten; in Cohn's Beitr. z. Biol. d. Pfl. II. 123. **Stahl**, Beiträge z. Entwickelungsgesch. d. Fl. 1, 2; Leipzig 1877. — **Systematik resp. Floren**: **Körber**, Systema Lichenum germaniae u. Parerga lichenologica; Breslau 185/565.

damit zum völligen Abschlusse seiner Entwickelung zu bringen. Treub[87]), welcher für seine Kulturen als Alge Cystococcus humicola der bekannten grünen Rindenanflüge, zur Aussaat auf denselben die Sporen der rindenbewohnenden Lecanora subfusca mit heteromerem Thallus wählte, war gleichfalls nicht so glücklich, seine Zöglinge über die ersten Entwickelungsstadien hinauszubringen und die eingefleischten Lichenologen alter Schule sahen darin genügende Beweise gegen die Schwendener'sche Theorie der „Flechten als Parasiten der Algen". Dem ablehnenden Verhalten der Flechten-Systematiker gegenüber hielten jedoch Anatomen und Physiologen an letzterer Lehre fest, die denn 1877 durch Stahl's Arbeiten[87]) endgültigen Abschluß fand.

Der Umstand, daß gewisse Flechten (Endocarpon pusillum, Polyblastia rugulosa u. a.) „Gonidien" auch im Hymenium der Sporenfrüchte führen und diese Hymenialgonidien mit den Sporen gleichzeitig ausschleudern, führte Stahl darauf, Sporen und „Gonidien" dieser Flechten auf sorgfältig präparierten feuchten Thonplatten aufzufangen und erstere auf denselben keimen zu lassen. Das Resultat der hier nicht im einzelnen zu verfolgenden Entwickelung war ein normaler Flechtenthallus mit Spermogonien und Sporenfrüchten, und dies und namentlich die Thatsache, daß in einer der Kulturen ein Flechtenpilz (Thelidium minutulum) mit Hilfe der dem Thallus einer anderen Art (Endocarpon pusillum) entnommenen Gonidien seinen Thallus aufbaute, ferner die Untersuchungen Frank's[87]), nach welchen gewisse Flechten (Graphideen) in ihren ersten Lebensstadien rindenbewohnende, gonidienfreie Saprophyten sind, ihre volle Entwickelung und vor allem die Befähigung zur Fruchtbildung aber erst durch den Eintritt bestimmter Algen (Chroolepus) in den Thallus, resp. durch Erlangung des Parasitismus erhalten, widerlegen entschieden die ältere Auffassung, nach welcher die „Gonidien" von den Hyphen der als einheitliche Organismen gedachten Flechten erzeugt werden sollen. Die „Flechte" ist vielmehr das Ergebnis eines sehr charakteristischen symbiotischen Verhältnisses bestimmter parasitischer Pilze (Flechtenpilze) zu bestimmten Algen: Der Keimschlauch des Pilzes umwächst die Algenzellen und entwickelt sich dann zum Thallus. Die Alge folgt dieser Entwickelung, indem sie, in bestimmter Form zwischen den Pilzhyphen eingeschlossen, die Teilungsfähigkeit ihrer Zellen beibehält, sich ungestört vermehrt, zugleich aber auch durch den fortdauernden Assimilationsprozeß ihres chlorophyllhaltigen Protoplasmas dem Pilze die letzterem nötigen und von ihm nicht zu schaffenden organischen Kohlenstoffverbindungen liefert, während andererseits der Pilz durch seine im Substrate haftenden Rhizinen die notwendigen mineralischen Nährstoffe aufnimmt und solche auch der eingeschlossenen Alge zuführt. Die Alge, welche in dem gemeinsamen Haushalte mit seltenen Ausnahmen steril bleibt, kann nach ihrer Befreiung aus dem Flechtenthallus als chlorophyllhaltige Pflanze allein vegetieren; der Pilz aber, ein streng obligater Parasit, bringt es für sich allein meist nicht über die ersten Keimungsstadien hinaus und gelangt nur im gemeinsamen Leben mit der Alge zur völligen Entwickelung und Fruchtbildung.

§ 41. Nach den bald von der Alge, allermeist aber vom Flechtenpilze abhängenden Wachstumverhältnissen unterscheidet man verschiedene, jedoch ineinander übergehende Wuchsformen des Flechtenthallus. Bei den Fadenflechten (Lichenes byssacei — z. B. Ephebe) besteht letzterer aus strauchig verzweigten, meist sehr dünnen, habituell mehr oder weniger an gewisse Fadenalgen erinnernden Fäden. Die Gallertflechten (L. gelatinosi — wie Collema) zeichnen sich als Ansiedler der Gallertkolonieen von Nostocaceen (§ 9) durch die gallertartige Beschaffenheit ihres meist laubartigen Thallus aus, der mit demjenigen der verwandten Fadenflechten ungeschichteten Bau zeigt. Unter den die größte Artenzahl umfassenden heteromeren Flechten sind die Strauchflechten (L. thamnoblasti — z. B. Usnea, Cladonia) durch den einfachen oder meist strauchartig verzweigten Thallus charakterisiert, der nur mit kleiner Fläche dem Substrate angeheftet sich von letzterem frei erhebt. Der Thallus der Laubflechten (L. phylloblasti — z. B. Parmelia, Sticta, Peltigera) ist in Form eines blattartigen, meist gelappten und krausen Körpers über das Substrat ausgebreitet, letzterem aber nur an zerstreuten Stellen so angewachsen, daß er sich ohne wesentliche Beschädigung loslösen läßt, während bei den Krustenflechten (L. kyroblasti — z. B. Verrucaria, Lecanora, Lecidea) der dem Substrate krustenartig fest angeschmiegte und auf der ganzen Unterfläche angewachsene Thallus ohne große Zerstörung nicht ablösbar ist. Eine besondere Form des krustenförmigen ist der unterrindige oder hypophlöodische Thallus einer Anzahl rindenbewohnender Flechten z. B. der Schriftflechten (Graphideen), welcher sich zwischen den Schichten des Periderms entwickelt, von letzterem daher oberflächlich bedeckt wird.

Vegetative Vermehrung findet bei Gallertflechten durch Ablösung von Thallusauswüchsen und selbständige Weiterentwickelung der letzteren statt, bei heteromeren Flechten vielfach durch Entwickelung sogenannter Soredien, d. h. von besonderen Hyphenhüllen umsponnener Algengruppen, welche infolge lebhafter Wachstumsvorgänge im Inneren des Thallus in so großen Mengen entstehen, daß sie die Rinde des letzteren sprengen und als staubig-pulverige Massen an die Oberfläche gedrängt werden. Vom Thallus verweht oder abgeschwemmt können derartige Soredien an geeigneten Lokalitäten sich durch Teilung ihrer Algen und Bildung neuer von den alten auswachsender Hyphenhüllen um die Tochterzellen vermehren und als sogenannte Soredialanflüge in Menge angehäuft werden. Unter günstigen Verhältnissen aber entwickelt sich das Soredium zum neuen Thallus und manche nur selten Sporenfrüchte erzeugende Flechten vermehren sich fast ausschließlich in dieser Weise.

§ 42. Wäre der Charakter der Frucht- resp. Sporenbildung für die systematische Anordnung der Pilzformen allein maßgebend, so müßte man einige tropische Flechtengattungen als Basidienflechten (Basidiolichenes) zu den Basidiomyceten und zwar speziell zu den Hymenomyceten (§ 57) bringen, weil sie auf der Unterseite ihres Thallus ein Hymenium aus sporenabschnürenden Basidien wie die Mitglieder der genannten Ordnung entwickeln. Alle übrigen Flechten stimmen in Bau und Entwickelung ihrer Sporenfrüchte mit den Schlauchpilzen derart überein, daß sie als Schlauchflechten (Ascolichenes) zu bezeichnen sind. Die Sporenfrüchte dieser letzteren gleichen dann entweder als dem Thallus gewöhnlich bis auf die enge kanalartige Mündung eingesenkte krugförmige Behälter im wesentlichen den Perithecien (§ 24) der Kernpilze und die betreffenden Flechten heißen bedeckte oder kernfrüchtige, Lichenes angiocarpi (L. pyrenocarpi, Pyrenolichenes); — oder sie sind — und zwar bei der Mehrzahl der Gattungen — dem Thallus bei der Reife frei aufsitzende napf-, schüssel- oder scheibenförmige Apothecien (§ 24), die sie tragenden Flechten nackt- oder scheibenfrüchtige, Lichenes gymnocarpi (L. discocarpi, Discolichenes). Sogar die eigentümlichen Uebergangsformen, welche an die Sporenfrüchte gewisser Phacidiaceen (§ 35) erinnern, fehlen nicht, wie die Familie der Graphideen zeigt. Dazu kommt weiter, daß den Flechten fast allgemein dem Thallus bis auf die Mündung eingesenkte Spermogonien eigen sind, welche genau den Bau rc. der Schlauchpilzspermogonien (§ 24) zeigen und deren Spermatien nach den Entdeckungen Stahl's[87]) bei Gallertflechten als männliche Sexualzellen bezeichnet werden müssen.

Bei den Collemaceen geht die Entwickelung der Apothecien nämlich stets nur von eigentümlichen, durch Form und Inhalt von den gewöhnlichen Thallushyphen unterschiedenen Hyphen oder Archikarpien (§ 6) aus, welche tief im Thallusinneren von den sterilen Hyphen als plasmareiche, stärkere, durch Querwände gegliederte Zweige entspringen, deren basaler Teil $2^1/_2$—3mal spiralig aufgerollt ist und sich durch sein späteres Verhalten als Ascogon kennzeichnet, während seine bis zur Oberfläche des Thallus wachsende und mit dem Scheitel etwas herausragende Fortsetzung funktionell der Trichogyne der Rotalgen (§ 6) und von Polystigma (§ 33) entspricht. Bleibt eines der bei Regenwetter aus den gleichzeitig gereiften Spermogonien herausquellenden Spermatien durch Regentropfen verspritzt an dem freien Scheitel der Trichogyne hängen, so findet Kopulation statt, wie bei den genannten Algen und hierauf eine eigentümliche, sich bis zum Ascogon allmählich abwärts erstreckende Veränderung der Trichogyne, welche auf einen Sexualakt schließen läßt. Darauf wird das Ascogon von einem Knäuel steriler, in seiner Nachbarschaft entspringender Hyphen umsponnen, seine Zellen vergrößern und teilen sich, seine anfangs engen Spiralwindungen rücken weiter auseinander und aus ihnen sprossen die ascogenen Hyphen hervor, welche sich mit ihren zu den Sporenschläuchen werdenden Zweigscheiteln in die inzwischen aus den sterilen Hyphen hervorgesproßte Paraphysenschicht des Hymeniums einschieben. Währenddessen hat sich auch am Umfange des Hymeniums eine beim Flechtenapothecium als Excipulum bezeichnete Wand ausgebildet, das ganze Apothecium natürlich entsprechend vergrößert, bis es endlich, die Rinde des Thallus sprengend, an die Oberfläche des letzteren tritt.

Die Gattung Physma ist von dem verwandten Collema u. a. auch dadurch verschieden, daß die hier für jede Sporenfrucht in Mehrzahl vorhandenen Archikarpien mit ihren Ascogonen im Spermogoniumgrunde liegen und die Sporenschläuche später in das entleerte Spermogonium aussprossen, dessen Wandung dann das in diesem Falle überflüssige Excipulum vertritt.

§ 43. Die Flechten gehören zu den wenigen Pflanzengruppen, welche über die ganze Erde verbreitet, mit Moosen gemeinsam noch die letzten Vorposten pflanzlichen Lebens in arktischen Gebieten und Hochgebirgsregionen stellen. Während sie an ihren äußeren Grenzen nur in erd- und felsbewohnenden Formen auftreten, letztere teils durch Feuchthaltung des Felsens, teils durch Eindringen ihrer Haftfasern in denselben, teils durch Ausscheidung von Kohlensäure einen nicht unwesentlichen Anteil an der Verwitterung des Gesteins nehmen, — erscheinen mit dem Baumleben in der gemäßigten Zone auch zahlreiche rindenbewohnende Arten, die in den heißen Klimaten die herrschenden sein dürften. In starken Ueberzügen können sie wohl durch Festhalten der Feuchtigkeit, Bildung einer dünnen Humusschicht unter sich rc., allmählich schädlich werden, schwache Zweige aus nicht genügend aufgeklärten Ursachen und oft erst nach Jahren zum Absterben bringen. Ob und wie stark Flechtenansiedelung auf Stämmen und Aesten erfolgt, hängt außer von lokalen Verhältnissen, z. B. dauernd hohem Feuchtigkeitsgehalte der Atmosphäre, auch von spezifischen und individuellen Eigenschaften des Baumes ab. So werden starke Flechtenansiedelungen jedenfalls durch regelmäßige und kräftige Abschuppung der Borke erschwert oder (wie bei der Platane zumeist) verhindert, durch langes Bleiben der Borke begünstigt werden. Stärke und Regelmäßigkeit der Borkenabschuppung hängen aber wieder mit dem mehr oder minder ergiebigen Dickenwachstum, letzteres von Standorts-, Ernährungsverhältnissen u. s. w. ab.

Unter den dem Forstmanne im Walde am häufigsten begegnenden Formen der Krustenflechten ist die angiocarpe Pertusaria communis DC. auf der Rinde von Bäumen gemein, auf welcher ihr häutig-knorpeliger, grünlich- oder grauweißer, warziger Thallus an schattigen, feuchten Orten meist steril bleibt und sich mit Massen von Soredien bedeckt, die ihm ein weißmehliges Aussehen geben und ehedem die Veranlassung zur Aufstellung einer besonderen Gattung Variolaria waren. Arthopyrenia analepta Körb. und verwandte Arten sind unterrindige, oft nur durch die schwarzen punktförmigen Sporenfrüchte sich verratende Bewohner glattrindiger

Laubbäume (mit Ausnahme der Birken), während die gleichfalls unterrindigen Schriftflechten (Graphis scripta L., Opegrapha atra Pers. u. a. A.) durch ihre langen schwarzen, gewundenen oder gar verzweigten, hieroglyphenähnlichen Apothecien auffallen. Coniocybe furfuracea Körb. und Cyphelium chrysocephalum Turn. überziehen mit ihrem gelben feinkörnigen Thallus mit fein gestielten, knopfförmigen Apothecien oft große Rindenflächen und Borkerisse der Nadelhölzer und Eichen 2c., Lecanora subfusca Ach. mit dünnem weißlichen Thallus und kleinen braunen bis schwärzlichen Apothecien gehört zu den gemeinsten Ansiedlern auf Baumrinde und Stämmen und Baeomyces roseus Pers. tritt mit seinem warzigen grauen, trocken weißen Thallus, auf dem sich die gestielten rosa-fleischfarbenen Apothecien wie kleine Hutpilze erheben, auf nacktem, trockenem Sand- und Haideboden oft in Menge auf.

Von Laubflechten ist die gelbe Wandflechte Physcia parietina Körb. (Parmelia parietina Ach.) mit ihrem meist rosettenartigen, dachziegelig gelappten, gelben bis pomeranzenfarbigen Thallus und gleichgefärbten Apothecien der gemeinste Bewohner von Baumrinden Steinen, Dächern, alten Holzzäunen u. dgl. Die Lungenflechte, Sticta pulmonacea Ach., bedeckt mit ihrem tief buchtig gelappten grünen, trocken bräunlichen, unterseits rostfarbenen und weißgrubigen Laube namentlich in Gebirgswäldern alte Eichen- und Buchenstämme mit oft über handgroßen Polstern. Desgleichen sind Imbricaria saxatilis Körb. mit grün- oder weißlich-grauem, I. tiliacea Körb. mit graugrünem bis trocken bläulichgrauem, unterseits braunem bis schwarzbraunem Thallus an Bäumen, erstere auch an Felsen häufig, und zwischen Moosen auf der Erde und an Steinen tritt uns der feucht dunkelgrüne, trocken blaßbraune, unterseits weißliche und graufaserige Thallus der Hundsflechte (Peltigera canina Schaer.) mit seinen randständigen zusammengerollten braunen Apothecien fast überall entgegen.

Aus der Gruppe der Strauchflechten ist zunächst eine der bekanntesten Arten der gesamten gemäßigten und kalten nördlichen Hemisphäre die zwischen Moos, Gras und Haidekraut oft große Strecken des Bodens und mit Gattungsverwandten, Evernien und Cladonien namentlich die Flechtentundren des arktischen Nordens überziehende isländische Flechte (isländ. Moos), Cetraria islandica Ach. Ihr unregelmäßig bandförmig gelappter, frisch häutig-lederiger, auf der Lichtseite olivengrüner und manchmal blutrot gefleckter, auf der dem Lichte abgewendeten Fläche blasserer bis grünlichweißer, an den Rändern braun gewimperter Thallus dessen Lappen sich gewöhnlich rinnen- bis fast röhrenförmig zusammenrollen, macht in gewissem Sinne den Uebergang vom laub- zum strauchförmigen Wuchse der Flechten. Hie und da (Harz, Fichtelgebirge 2c.) wird sie für die Apotheken gesammelt. Ihr im Wuchse noch ähnlich sind Ramalina calycaris Fr., Evernia prunastri Ach. und E. furfuracea Fr., alle drei an Bäumen und alten Bretterzäunen gemein, erstere mit bis 18 cm hohem, hell graugrünlichem, mehr oder minder grubigem, meist breitlappigem Thallus und großen, flachen, blaß fleischbarbenen Apothecien, die anderen beiden kleineren Arten mit linealischen Thalluslappen, die bei E. prunastri graugrün und unterseits weiß, bei E. furfuracea auf der rinnenförmigen Unterseite schwarz, oberseits aschgrau sind. Zu den gemeinsten Baumflechten, namentlich des Hochgebirges, gehören dann die Bartflechten, Bryopogon jubatum Körb. mit ungewimperten, schüsselförmigen, Usnea barbata Fr. und U. longissima Ach. mit am Rande gewimperten, flach schildförmigen Apothecien, sämtlich mit fadenförmig verzweigtem Thallus lang herabhängend. An die Bartflechten reihen sich endlich als eine der höchstentwickelten Flechtenfamilien die Cladoniaceen an, bei denen sich der Thallus zuerst in Form eines die Erde und Steine laub-, schuppen- oder krustenartig überziehenden Lagers entwickelt, auf dem sich später die einfachen oder strauchig verzweigten, im Querschnitte meist cylindrischen fruchttragenden Aeste (Podetien der Lichenologen) erheben. Unter ihnen ist Stereocaulon tomentosum Fr. mit bis 8 cm hohen, strauchig verzweigten, außen körnig geschuppten und grauweißlichen, innen markigen Podetien in lockeren Rasen auf Haiden und in lichten Nadelwäldern häufig. Viel bekannter sind jedoch die meist hohl- und glattästigen Arten der Gattung Cladonia: Charakterpflanzen der Haidegebiete und der arktischen Zone, vor allem die fein und starr strauchig verzweigte, weißlichgraue bis bräunliche Renntierflechte (C. rangiferina Hoffm.) mit ihren hackig umgebogenen sterilen und aufrechten, die kleinen knopfartigen braunen Apothecien tragenden fruchtbaren Aesten, das „Hungermoos" des Forstwirtes, das auf sterilstem Boden bei uns wie auf den Tundren des hohen Nordens oft weit ausgedehnte Flächen mit seinen starren Rasen überzieht, das Hauptfutter des Renntieres, in Skandinavien neuerdings wegen seines Gehaltes an Flechtenstärke zur Alkoholbereitung benutzt. Aus einer zweiten sehr charakteristischen Reihe von Arten, welche ihrer gestielt- becher- bis trichterförmigen aber am Rande oft sprossenden Podetien wegen den Namen der Becherflechten führt, ist Cl. coccifera Flörke, die Korallenflechte, durch die auf dem Trichterrande oder dessen Sprossungen sitzenden lebhaft scharlachroten Apothecien die auffallendste Form, gegen welche die ähnliche und auf Haiden und in Nadelwäldern gleich gemeine Cl. pyxidata Fr. ihrer wenig ansehnlichen braunen Apothecien wegen bedeutend zurücktritt.

6. Unterordnung. Tuberaceae, Trüffeln[88]).

§ 44. Die Unterordnung der Trüffeln umfaßt Schlauchpilze, deren knollenförmige, meist rundliche, bei einzelnen Arten bis 10 cm im Durchmesser erreichende Fruchtkörper mit sehr seltenen Ausnahmen (Onygena) unterirdisch reifen, dem gleichfalls unterirdisch vegetierenden perennierenden, fädigen Mycelium entweder mit ihrer Basis aufsitzen oder in der Jugend ganz von demselben eingehüllt sind, nach Schwinden des Mycels aber frei im Boden liegen. Ihre meist dicke, bisweilen (Elaphomyces) sogar holzige, pseudoparenchymatische Fruchtwand (Peridie) ist bald glatt, bald warzig, stachelig oder gefurcht. Das sporenbildende Innere (die sogenannte Gleba) wird bei Elaphomyces von einem locker verfilzten Hyphengeflechte gebildet, in dessen Lücken die Sporenschläuche auf besonderen ascogenen Hyphen sitzen und das bei der Fruchtreife als ein zartes dünnfädiges Geflecht (Capillitium) zwischen dem massigen schwarzen Sporenpulver zurückbleibt. Bei anderen Gattungen, zumal den typischen Trüffeln (Tuber), wird die Gleba durch dunkel gefärbte Scheidewände in zahlreiche unregelmäßige, labyrinthisch gewundene Kammern geteilt, welche von dem kräftig entwickelten Hymenium ausgefüllt sind, zwischen welchem sich noch ein lufthaltiges Füllgewebe in Form weißer Adern befindet. Die Trüffel erscheint daher auf Durchschnitten im inneren marmoriert. Die Sporenschläuche zeichnen sich durch ellipsoidische bis kugelige Gestalt und wechselnde Sporenzahl (1—8) aus; die Sporen werden erst durch Verwesung des Fruchtkörpers frei. Ueber die Entwickelungsgeschichte des letzteren ist für die meisten Tuberaceen sehr wenig oder nichts, bezüglich Elaphomyces das wesentlichste durch De Bary[89]) und ausführliches neuerdings durch Reeß und Fisch[88]) bekannt.

Daß das Mycelium der Hirschtrüffel (Elaphomyces granulatus Fr.) parasitisch auf den Saugwurzeln der Kiefer lebt, wurde zuerst von Boudier[90]) erkannt und später von Reeß[91]) bestätigt. Das Mycelium überzieht die Oberfläche der Saugwurzeln nicht allein lückenlos mit einer dicht anliegenden dünnen Scheide; es sendet auch Hyphenzweige zwischen die Zellen der Epidermis und Rinde und Haustorien in einzelne Rindenzellen. Von der Oberfläche der Pilz-Wurzelscheide aus verbreitet sich ein anderer Teil des Myceliums frei im humosen Boden zwischen den Saugwurzeln des Wirtes, welche sich infolge des von dem Parasiten ausgeübten Reizes zugleich in dichtester Aufeinanderfolge wiederholt und allseitig kurzgabelig verzweigen. In diesen Nestern von Wurzelzweigen und Mycelium liegen später auch die hasel- bis wallnußgroßen, fast kugeligen, gelbbraunen und kleinwarzigen Fruchtkörper eingebettet.

Das Vorkommen des Myceliums der echten Trüffeln (Tuber) in kalkhaltigem Boden nur unter lebenden Bäumen wurde für die französischen Trüffelgegenden schon durch Tulasne[88]), später von Chatin[92]) festgestellt und ist auch bei den gegenwärtig vorgenommenen Erhebungen für Preußen bestätigt worden[93]). Die Annahme eines Parasitismus auf den Wurzeln, in Frankreich außer denjenigen unserer deutschen Eichenarten am häufigsten auf Quercus Ilex, coccinea, und ganz besonders Q. pubescens, in Deutschland vorzüglich auf Buchen und demnächst Eichen, wird nicht allein durch das Auftreten der Trüffeln nur im Wurzelbezirke dieser Bäume, Störung der Trüffelentwickelung bei Verletzung der feinsten Wurzeln, Erscheinen der Trüffeln in neuen Beständen (nicht vor dem 15.—20. Jahre des Bestandesalters) und Verschwinden derselben beim Abtreiben des Waldes nahegelegt, sondern auch durch die im folgenden § mitgeteilten Untersuchungen Franks zur Gewißheit erhoben. Die Hauptfundstätten von Speisetrüffeln — von Frankreich (besonders der Provence) und Italien abgesehen — sind in Deutschland: Baden, der Rheingau, Hessen, das südliche Hannover, Thüringen, das Wipperthal bei Bernburg, Löbderitz bei Barby, die Nonnenkämpe bei Culm a. d. Weichsel. Die an diesen Orten vorkommende Art ist Tuber aestivum Vittad., mit 2—6 cm dicken kugeligen (aber unregelmäßigen), schwarzbraunen, großwarzigen, innen blaßbraunen Fruchtkörpern und braunen elliptischen, netzförmig gezeichneten Sporen. Mit ihr zusammen kommen häufig die kaum scharf unterscheidbaren schwarzen Fruchtkörper von T. mesentericum Vittad. vor, deren dunkler braunes Fleisch von zahlreichen feinen schwarzen Linien und eng gewundenen weißen Adern marmoriert ist. In Frankreich und Italien findet sich als die häufigste Art T. brumale Vittad. mit bis faustgroßen und 1 Kilo schweren schwarzen, von polygonalen Warzen bedeckten, innen schwärzlich-aschgrauen und weißaderig marmorierten Fruchtkörpern und stacheligen Sporen, sowie die ihr ähnliche rötlichschwarze und auf den Warzen rötlich gefleckte Perigord-Trüffel, T. melanosporum Vittad., mit rötlich- oder violettschwarzem, weiß und zuletzt rötlich geadertem Fleische. Letztere Art tritt als Seltenheit auch in den badischen Rheinwäldern auf.

---

88) Vittadini, Monographia Tuberacearum; Mailand 1831. Tulasne, Fungi hypogaei; Paris 1851, mit vorzüglichen Abbildungen. Reeß u. Fisch, Untersuchungen üb. Bau u. Lebensgeschichte d. Hirschtrüffel, Elaphomyces; Cassel 1887, mit Taf.

89) Vergl. Morphol. der Pilze S. 209.

90) Boudier, Du parasitisme probable de quelques espèces du genre Elaphomyces; Bulletin de la société botanique de France XIII (1876). S. 115.

91) Reeß, Ueber den Parasitismus von Elaphomyces granulatus; Sitzungsber. d. physikal.-medicin. Societät zu Erlangen 1880, vom 10. Mai; desgl. Note 88.

92) Chatin, Le chêne pubescent et la truffe; La belgique horticole 1876, S. 27.

Aus der Gattung Choiromyces, welche sich von Tuber durch außen glatte, innen nur von einerlei feinen dunkelen, farblose Flecken umschließenden Adern durchzogene Fruchtkörper unterscheidet, ist noch Ch. maeandriformis Vittad. (Tuber album Sow.), die weiße Trüffel zu nennen. Dieselbe ist in Deutschland namentlich in Böhmen und Oberschlesien nicht selten. Ihre bis faustgroßen wohlschmeckenden, blaßbraunen, innen weißen und gelblich geaderten Fruchtkörper haben Aehnlichkeit mit einer unregelmäßigen Kartoffel.

§ 45. Durch die seit zwei Jahren publizierten Untersuchungen Frank's[93]) hat sich die Bedeutung unterirdisch auf Baumwurzeln parasitisch vegetierender Mycelien, welche nach der Art ihres Vorkommens, ihres Baues und des gesamten Wachstums sich ganz wie das Mycelium der Hirschtrüffel und anderer Tuberaceen verhalten, daher bis auf weiteres als mutmaßliche Tuberaceenmycelien bezeichnet werden dürfen, in einem ganz neuen Lichte gezeigt. Frank fand die Saugwurzeln aller von ihm untersuchten, von den verschiedensten Lokalitäten stammenden Cupuliferen allgemein in einer mehrschichtigen, aus regellos und pseudoparenchymatisch dicht verschlungenen, relativ dünnwandigen, fast farblosen oder hell- bis dunkelbraunen Hyphen gebildeten Mycelscheide stecken. Dieselbe sendet wie diejenige der Hirschtrüffel Pilzfäden intercellular in die Epidermis und angrenzende Rindenlage; andererseits entwickeln sich aber auch auf der freien Oberfläche derselben Fäden, welche teils wie ein Filz die Pilzwurzel (Mycorhiza — d. h. die Saugwurzel des Baumes samt ihrer Mycelscheide) umkleiden und sich wie Wurzelhaare im Boden verbreiten und wie letztere selbst Bodenteilchen umwachsen, anderenteils zu mehr- bis vielfaserigen Strängen verwachsen. „In den Trüffelgegenden, besonders in der Nachbarschaft einer im Boden gewachsenen Trüffel, pflegen diese Mycelstränge sehr reichlich im Boden vorhanden zu sein; sie bilden unter zahlreichen Verzweigungen und Anastomosen ein durch den Boden sich verbreitendes System, und es gelingt unschwer, den Zusammenhang desselben mit den Mycorhizen der im Boden vorhandenen Cupuliferenwurzeln nachzuweisen". Da wo der charakteristische aber nur mit schwach entwickelter Wurzelhaube versehene Vegetationspunkt und die Region der Längenzunahme der Wurzel liegen, besitzt auch die umhüllende Mycelscheide ihre Zuwachsregion, in welcher ihre Hyphen viel dünner sind, wo sie sich durch Einschiebung neuer Hyphenzweige stetig vergrößert, mit dem Wachstum der umsponnenen Wurzel gleichen Schritt haltend, ihr stets angeschmiegt bleibend, aber noch nicht mit ihr durch eingedrungene Fäden verwachsen. Eine solche Verwachsung der Pilzscheide mit der Wurzel findet erst in derjenigen Region der letzteren statt, wo das Längenwachstum bereits abgeschlossen ist.

Im Samen und in den ersten Keimungsstadien zeigt sich die Pfahlwurzel pilzfrei. Erst an den Seitenwurzeln erster und folgender Ordnung sieht man die allmähliche, vom Boden aus erfolgende Verpilzung eintreten. Pilzfäden setzen sich zuerst an einzelnen Punkten der Wurzeloberhaut an und, indem sie Zweige entwickeln, welche auf der Wurzel weiterkriechen und mit dieser und unter einander in Verband treten, baut sich von solchen Ausgangspunkten der zuletzt lückenlose Pilzmantel auf, bei der Hainbuche, wie es scheint, am rascheften, bei der Eiche relativ am langsamsten. Die pilzumscheideten Saugwurzeln entwickeln aus natürlichen Gründen keinerlei Wurzelhaare; den unverpilzten Wurzeln gegenüber sind sie bei größerer Stärke durch verlangsamtes Längenwachstum und Neigung zu reicher Verzweigung in geringen Abständen ausgezeichnet, so daß ihre kurzen Aeste sich oft korallenartig zu dichten Büscheln anhäufen. Die bis zu gewisser Größe herangewachsenen Pilzwurzeln hören schließlich zu wachsen auf, verjüngen sich nur noch an einzelnen Zweigen und sterben endlich ab. An älteren Wurzeln wird die oft viele Jahre dauernde Mycelscheide mit der allgemeinen Korkbildung abgestoßen. In Nährstofflösungen kultivierte Cupuliferenwurzeln bleiben pilzfrei.

Daß das parasitische Mycelium der Wurzel Nährstoffe, vor allem assimilierte Kohlenstoffverbindungen entzieht, liegt auf der Hand. Daß ferner die Saugwurzeln durch die Mycelscheide an der direkten Berührung mit dem Boden und somit in ihrer Funktion, Wasser und in diesem gelöste Mineralstoffe aus dem Boden direkt aufzunehmen, gehindert werden, bedarf gleichfalls keines Beweises. Jedenfalls kann der Mycelscheide die Fähigkeit nicht abgesprochen werden, durch ihre Berührung mit dem Boden und ganz besonders vermittelst ihrer wurzelhaarartigen, frei in den Boden wachsenden Teile letzterem Wasser und im Wasser gelöste Nährstoffe zu entziehen und solche vermöge ihres organischen Zusammenhanges mit der Wurzel letzterer und damit dem Baume zuzuführen. Es dürfte sogar in Uebereinstimmung mit Frank die Hypothese erlaubt sein, daß der Pilz der Mycorhiza dem Baume außerdem noch organische, direkt dem Humus und den verwesenden Pflanzenresten entnommene Stoffe übermittele. Jedenfalls haben wir es hier mit einem eigentümlichen symbiotischen Verhältnisse zu thun, in welchem Wurzel und Pilz ohne (sichtbare wesentliche) gegenseitige Schädigung zur wechselseitigen Hilfeleistung verbunden sind, etwa wie Alge und Pilz im Thallus der Flechten (§ 40). Bei den Cupuliferen hat die Symbiose, die Mycorhiza, eine solche Konstanz angenommen, daß sie allen Bäumen fast ausnahmslos eigen ist. Vielleicht sind alle Holzgewächse unter gewissen Bedingungen für dieselbe befähigt. Frank fand die Mycorhiza an mehreren Lokalitäten bei den den Cupuliferen nächstverwandten Betulaceen, ferner bei Salicineen (Salix viminalis, caprea und aurita, Populus tremula) und in je einem Falle auch bei Linde und Schwarzdorn.

93) Frank, Ueber die auf Wurzelsymbiose beruhende Ernährung gewisser Bäume durch unterirdische Pilze; Berichte d. deutsch. bot. Gesellsch. III. 128, Taf. 10. — Frank, Neue Mittheilungen üb. d. Mycorhiza der Bäume u. der Monotropa hypopitys; ebenda S. XXVII.

7. Unterordnung. Saccharomycetes. Hefepilze[94]).

§ 46. Die eigentümliche, nur durch die Gattung Saccharomyces Meyen repräsentierte Gruppe der Hefepilze wird von vielen Autoren als eigene Ordnung der Sproßpilze (Blastomycetes) von zweifelhafter Verwandtschaft betrachtet, von anderen, so zuerst von Reeß, zuletzt von De Bary, als zu den Schlauchpilzen gehörige oder letzteren (und speziell Exoascus, § 25) doch nächstverwandte Gruppe, welche entweder die einfachsten Anfangsglieder der ganzen Ascomycetenreihe enthält oder aber im höchsten Grade reduzierte Ascomyceten „mit tief unterbrochener, erst mit dem Auftreten der Asci restituierter Homologie" darstellt (De Bary a. a. O. S. 292). Sie werden im vegetativen Zustande aus mikroskopisch kleinen kugeligen oder ovalen bis spindelförmigen oder cylindrischen, zartwandigen Zellen gebildet, welche sich durch die nach ihnen benannte „hefeartige" Sprossung vermehren. Bei dieser entsteht an einer nicht immer fest bestimmten Stelle der Mutterzelle eine blasige, allmählich zu Größe und Form der letzteren heranwachsende Ausstülpung der Zellwand, welche sofort einen Teil des Plasma's der Mutterzelle aufnimmt, mit letzterer aber nur durch eine kanalartige Einschnürung in Verbindung steht und innerhalb dieser von der Mutterzelle zuletzt durch eine Scheidewand abgegrenzt und durch Spaltung der Wand schließlich abgelöst wird. Diese Sprossung kann sich an Mutter- und Tochterzelle bei genügender Ernährung durch unbegrenzt zahlreiche Generationen wiederholen, die Sproßgenerationen können bei völliger Ruhe lange Zeit in Form rosenkranzartiger, verzweigter Ketten verbunden bleiben, um bei leisester Bewegung in ihre Glieder zu zerfallen. Nur wenige Formen, wie der in der sogenannten Kahmhaut gegohrener Flüssigkeiten, auf Fruchtsäften, Sauerkraut, sauren Gurken ꝛc. lebende und als Verwesungspilz wirkende S. Mycoderma Reess (Mycoderma vini und cerevisiae Desm.), desgleichen der die Schleimhaut des Mundes bewohnende und dort die als Soor bezeichnete Krankheit verursachende Soorpilz (S. albicans Reess, Oidium albicans Robin), vermögen zu ästigen, langgliederigen Hyphen (Mycelien) auszuwachsen.

Gewisse Hefepilze (besonders der S. ellipsoideus Reess der Weinhefe, weniger leicht der Bierhefepilz, S. Cerevisiae Meyen) erzeugen unter bestimmten Bedingungen — Entziehung der Nährstoffe oder Beschränkung derselben auf ein Minimum, doch Zufuhr von Wasser und sauerstoffhaltiger Luft bei genügender Temperatur — in ihrem Plasma nach Art der Schlauchpilze simultan 2—4 kugelige Sporen, welche unter mehr oder minder vollständiger Resorption des sie anfänglich noch umhüllenden Protoplasmas heranwachsen, zu längerer Ruheperiode befähigt sind und in geeigneter Nährflüssigkeit sofort wieder in der oben beschriebenen Form aussprossen. Diese Art der Sporenbildung ist der Grund, weshalb man die Hefepilze den Ascomyceten anreiht, die sporenbildende Zelle als einen direkt aus der vegetativen Zelle hervorgehenden Ascus zu betrachten geneigt ist.

Die meisten Hefepilze sind Gährungspilze, welche der Spaltung des Zuckers ihrer Nährflüssigkeiten in Alkohol und Kohlensäure fähig sind, bei der Bier-, Branntwein- und Weinbereitung daher eine wichtige Rolle spielen. Die Bierhefe, S. Cerevisiae, ist nur im kultivierten Zustande als der Bierwürze absichtlich zugesetzter Fermentpilz bekannt. Die Gährung des Mostes zu Wein dagegen wird durch spontan in den Most gelangende Arten, vornehmlich S. ellipsoideus Reess, S. conglomeratus Reess, S. apiculatus Reess u. a. Arten erregt, welche als auf den Weinbeeren lebend mit letzteren in den Most gelangen. Speziell von der letzten Art ist durch Hansen's Untersuchungen (a. a. O. III. 159) bekannt, daß sie auf reifen zuckerhaltigen Früchten lebt, welche ihr namentlich durch Vermittelung von Rissen in der Fruchtschale Nahrung bieten. Auf unreifen Früchten findet sich dieser Sproßpilz nur ausnahmsweise. Zwischen den Reifezeiten der verschiedenen Obstarten und im Winter ist er entwickelungsfähig im Boden — jedoch nur unter den Pflanzen, deren reife Frucht er bewohnt — anzutreffen, in den er von den Früchten aus durch Regen und Wind und von wo aus er mit dem Staube wieder auf die Früchte gelangt. Vgl. auch § 26.

Daß die typischen Hefepilze der Gattung Saccharomyces eine durch ihre Gesamtentwickelung in sich abgeschlossene eigene Pilzgruppe und ihre Arten nicht, wie früher oft behauptet wurde, unter bestimmten Kulturbedingungen resp. Ernährungsverhältnissen auftretende Entwickelungsformen gewisser Schimmelpilze (speziell Mucor, Penicillum ꝛc.) sind, bedarf zur Zeit keiner

94) Reeß, Botanische Untersuch. üb. d. Alkoholgährungspilze; Leipzig 1870, mit 4 Taf. — Reeß, Ueber d. system. Stellung d. Hefepilze; Sitzungsber. d. physikal.-medicin. Societät zu Erlangen v. 12. Mai 1884. — Cienkowski, Die Pilze der Kahmhaut; Mélanges biolog. tirés du Bullet. de l'académ. impér. des sciences de St. Pétersbourg VIII. 566. tab. 1, 2. — Brefeld, Ueber Gährung; Thiel's Landwirthschaftl. Jahrbücher 1874—76. — Brefeld, Botanische Untersuchungen über Hefepilze; Leipzig 1883. — Pasteur, Mémoire sur la fermentation alcoolique; Annal. d. Chim. et Physik LVIII. — Pasteur, Etudes sur la bière; Paris 1876. — Nägeli, Theorie d. Gährung; Abhandl. d. k. bayrisch. Akad. d. Wissensch. 2. Cl. XIII. Abt. 2, S. 77. — Hansen, Zahlreiche Arbeiten in den Meddelelser fra Carlsberg Laboratoriet. Kopenhagen, Bd. I u. folg. — De Bary, Vergl. Morphol. d. Pilze S. 288. — Weitere Citate der sehr umfangreichen Litteratur in den angeführten Schriften nachzusehen.

speziellen Widerlegung mehr. Verwechselung der bei anderen Pilzarten auftretenden Sproßzellbildung (§§ 22, 23, 25) mit echten Sproßpilzen war die Hauptursache derartiger Mißverständnisse.

3. Ordnung. Aecidiomycetes (Uredineae), Rostpilze[95]).

§ 47. Die früher nur auf grund unwesentlicher Merkmale mit den Brandpilzen (§ 23) zu einer Ordnung vereinigten Rostpilze sind ausnahmslos Parasiten landbewohnender Phanerogamen und Farne, mit endophytem, meist intercellularem aber Haustorien entwickelndem, sehr zartem und reich verzweigtem und durch Querwände gegliedertem Mycelium, dessen Plasma sich meist durch reichen Gehalt an orangefarbenen Oeltropfen auszeichnet. Ihre den Schlauchfrüchten der Ascomyceten homologen Sporenfrüchte werden, weil sie früher als besondere Gattung Aecidium Pers. beschrieben wurden, jetzt noch als Aecidien bezeichnet. Dieselben entwickeln sich in dem subepidermalen Parenchym dicht unter der Oberhaut der Wirtpflanze. Hier werden von dem Mycel zuerst dicht verfilzte, an Umfang allmählich zunehmende und das benachbarte Wirtgewebe verdrängende Knäuel gebildet, welche durch Vergrößerung und dadurch festeren Aneinanderschluß ihrer Zellen zuletzt in je einen pseudoparenchymatischen Körper aus kugeligen oder ovalen, zartwandigen, wasserhellen Zellen, das von einer dichten Hülle gewöhnlichen Myceliums umgebene Fruchtprimordium, sich umgestalten. Im Grunde dieses Körpers und in unmittelbarer Berührung mit dem Mycelium tritt dann das im Umrisse meist kreisförmige Hymenium in Gestalt lückenlos gedrängter kurzer, cylindrisch-keulenförmiger Basidien (§ 16) auf, welche an ihrem Scheitel je eine lange Kette von Sporen (die untersten die jüngsten) akrogen abgliedern. Die meist rundlich-polyedrischen Sporen besitzen eine farblose oder bräunliche Wand, meist durch rotgelbes Oel gefärbtes Plasma und werden in ihren Ketten je durch eine kleine und sehr vergängliche sterile Zwischenzelle von einander getrennt. Die von dem das Hymenium einschließenden peripherischen Basidienkranze abgegliederten Zellen jedoch werden zu einer ohne Zwischenzellen fest verbundenen häutigen Hülle (Pseudoperidie), die nur bei Phragmidium durch einen Kranz von Haaren ersetzt wird. Das emporwachsende Hymenium samt seinen Sporenketten und der mit ihm gleichen Schritt haltenden Hülle drängt sich in das Fruchtprimordium hinein, durchbricht schließlich dessen Scheitel und die über ihm gelegene Oberhaut der Wirtpflanze, wächst noch ein Stück weit empor und streut dann seine sich trennenden Sporen (Aecidiosporen) aus, nachdem sich die Hülle auf dem Scheitel becherförmig, gitterartig, schmallappig oder unregelmäßig geöffnet hat.

Da auf demselben Mycelium und als Vorläufer der Aecidien mit seltenen Ausnahmen kleine krugförmige, nur mit ihrer Mündung punktförmig aus der Epidermis vorschauende Spermogonien (§ 24) auftreten, könnte man die Entwickelung der Aecidien auf einen wie bei den Flechten stattfindenden Geschlechtsakt (§ 42) zurückzuführen geneigt sein. Trichogynartiger Hyphen (§§ 28, 42), welche man bei jungen Aecidien bisweilen beobachtet, würden eine solche Hypothese stützen. Ein Geschlechtsakt selbst ist jedoch bis jetzt nicht bekannt.

§ 48. Die nach der Reife sofort keimfähigen Aecidiosporen entwickeln — und zwar

95) De Bary, Untersuch. üb. d. Brandpilze; Berlin 1858, mit 8 Taf. De Bary, Recherches sur les champignons parasites; Annales des scienc. natur. 4. sér. XX. 64. De Bary, Neue Untersuch. üb. Uredineen; Monatsber. d. Berliner Akad. d. Wissensch. 1865, S. 15, Taf. 1. De Bary, Vergl. Morphol. d. Pilze S. 295. Tulasne, Mémoire sur les Ustilaginées compar. aux Uredinées; Annales d. scienc. natur. 3. sér. VII. 43, tab. 2—7. Tulasne, Second mémoire sur l. U.; ibid. 4. sér. II. 77, tab. 7—12. Schröter, Entwickelungsgesch. einiger Rostpilze, in Cohn's Beitr. z. Biol. d. Pflanzen I, Heft 3, S. 1 u. III, Heft 1, S. 51. Reeß, Die Rostpilzformen d. deutsch. Coniferen; Abhandl. d. naturforsch. Gesellsch. zu Halle XI, mit 2 Taf. Rathay, Untersuch. üb. d. Spermogonien d. Rostpilze; Denkschrift. d. Wiener Acad. d. Wissensch. XXXXVI (1882). Weitere Litteratur s. unt. d. Gattungen, desgl. in den oben citierten Schriften und den S. 322 unter 5 aufgeführten Werken üb. Pflanzenkrankheiten.

meist aus dünneren Stellen (Keimporen) ihrer Wand — nur bei der Gattung Endophyllum ein Promycelium (§ 16), dessen Sporidien zu einem abermals direkt Spermogonien und Aecidien produzierenden Mycelium auskeimen. In den meisten Fällen geht aus dem durch die Spaltöffnungen ins Wirtgewebe eintretenden Keimschlauche der Aecidiosporen ein Mycelium hervor, das nicht sofort wieder Aecidien, sondern als Vorläufer derselben in dichten Lagern beisammen stehende und auf dem befallenen Pflanzenteile als „Rostflecke" erscheinende Conidien erzeugt. Letztere treten je nach den Gattungen resp. Arten (siehe diese) in nur einerlei oder in zweifacher Form auf. Beide werden am Scheitel stielartiger Träger abgeschnürt, die sogenannten Stylosporen oder Uredosporen (sie wurden ehedem als eigene Gattung Uredo Pers. beschrieben) einzeln oder in Reihen und in letzterem Falle mit Zwischenzellen als den Aecidiosporen ähnliche Zellen, welche sich von ihrem Stiele und unter einander glatt ablösen, sofort keimfähig sind und auf ihrem durch die Spaltöffnungen in die Wirtpflanze eintretenden, rasch wachsenden Mycel in kurzer Zeit (oft binnen wenigen Tagen) neue Stylosporen erzeugen. Wo sie auftreten, sind sie die Hauptverbreiter des Schmarotzers während des Sommers, werden daher auch wohl als Sommersporen bezeichnet. Von ihnen unterscheiden sich die meist auf den letzten Mycelien der Vegetationsperiode und oft zwischen ihnen erscheinenden, für die Ueberwinterung bestimmten derb- und meist braunwandigen Winter- oder Teleutosporen dadurch, daß bei Reihenanordnung die Zwischenzellen fehlen, daß sie bis zur Keimung meist auf ihren Stielen und an den Entstehungsorten sitzen bleiben oder, wenn sie verstäuben, sich doch samt dem oberen Stielteile ablösen, sowie daß sie bei der Keimung ein kurzes wenigzelliges Promycelium und aus jeder Zelle desselben auf seitlichem, pfriemenförmigem Sterigma eine Sporidie und aus dieser erst das Mycel erzeugen. Nur bei Coleosporium treibt jede Teleutospore direkt ein Sterigma mit Sporidie. Die Mannigfaltigkeit in der Anordnung, dem Baue ꝛc. der Teleutosporen dient in erster Linie zur Unterscheidung der Rostpilzgattungen.

Sicher bekannte Ausnahmen von diesem allgemein geschilderten Entwickelungsgange finden — außer den bereits erwähnten — noch in der Weise statt, daß die Teleutosporen sofort nach der Reife keimen (Chrysomyxa), oder daß die Aecidiengeneration fehlt (Chrysomyxa abietis Ung.) ꝛc., worüber die citierte Litteratur nachzusehen ist. Für viele Rostpilze ist die Entwickelungsgeschichte allerdings noch nicht oder nur unvollständig untersucht. Wie bei zahlreichen Schlauchpilzen (§ 24) müssen daher auch hier in solchen Fällen die allein bekannten Sporenformen vorläufig noch unter ihren alten Gattungsnamen beschrieben werden.

Aeußerst charakteristisch und für die Erkenntnis der von den betreffenden Rostpilzen hervorgerufenen Erkrankungen von größter Wichtigkeit ist es ferner, daß während zahlreiche Arten ihre Gesamtentwickelung durch alle Sporen- resp. Fruchtformen auf einer und derselben Nährspezies durchlaufen (autöcische Rostpilze), andere es auf einer bestimmten Wirtpflanze stets nur bis zu einem gewissen Entwickelungsabschnitte bringen und zur Vollendung ihrer Gesamtentwickelung zu ganz bestimmter Zeit auf eine andere und zugleich einer anderen Pflanzenfamilie angehörige Nährspezies auswandern müssen (heteröcische Rostpilze). Ein solcher Wirtwechsel — nicht zu verwechseln mit Generationswechsel, § 17 — ist in ausgeprägtester Form bei den Getreiderosten (Puccinia graminis und Verwandten), bei allen Arten der Gattung Gymnosporangium, bei Melampsora Goeppertiana, Coleosporium Senecionis, Chrysomyxa Rhododendri u. a. Arten und stets in der Weise konstatiert, daß die Sporidien der Teleutosporen-Promycelien auf die zweite Nährspezies übertragen werden, auf dieser die Aecidiengeneration erzeugen und daß die Aecidiosporen wieder auf die erste Nährspezies zurückwandern. Spezielles darüber ist in den folgenden §§ nachzusehen.

§ 49. Aus der Reihe der forstlich bemerkenswerten Rostpilze ist als die bei weitem wichtigste Art das

Coleosporium Senecionis Fries[96]) voranzustellen.

Die Gattung Coleosporium ist dadurch charakterisiert, daß die zu mehreren (meist 4) in schwach-keulenförmigen Reihen geordneten roten Teleutosporen durch eine gelatinöse Masse insgesamt zu kompakten wachsartigen, flachen, unter der Wirtepidermis bleibenden Lagern verbunden sind und bei der Keimung nur je ein Sterigma mit einer Sporidie treiben, — daß ferner die in kurzen Reihen abgeschnürten orangeroten Uredosporen bald pulverige nackte Häufchen bilden und die — bis jetzt nur bei dem die Untergattung Eucoleosporium bildenden C. Senecionis bekannten — Aecidien sich bei der Reife auf dem Scheitel unregelmäßig öffnen.

C. Senecionis bewohnt in der Uredo- und Teleutosporengeneration Arten der Kompositengattung Senecio (S. vulgaris, silvaticus, viscosus, vernalis und Jacobaea). Die Uredolager (ehedem als Uredo farinosa Pers. unterschieden) erscheinen, die Epidermis durchbrechend, vorzugsweise auf der Unterseite der Blätter als unregelmäßige orangefarbene Polster. Die abfliegenden Uredosporen keimen nach 20—30 Stunden und ihre durch die Spaltöffnungen von Senecio eintretenden Keimschläuche entwickeln sich zu einem Mycel, das in 14—20 Tagen abermals reife Uredosporen trägt, so daß die sommerliche Verbreitung des Parasiten eine sehr ergiebige ist. Die Teleutosporen treten, gleichfalls auf Senecio und oft mit Uredo in demselben Lager, im August und September auf, gehen nach Wolff's Angaben in trockener warmer Luft schon nach 3—4 Tagen zu grunde, keimen in feuchter Luft oder benetzt nach 20—40 Stunden, die von ihnen produzierten Sporidien nach 8—12 Stunden. Die Keimschläuche der letzteren dringen aber nachweislich nicht in Seneciopflanzen ein, sondern sterben auf denselben ab, wodurch schon ein Wirtwechsel als höchst wahrscheinlich notwendig angedeutet wird. Zur Gewißheit wird derselbe durch die von R. Hartig bestätigten Untersuchungen Wolff's, nach welchen das Peridermium Pini die Aecidiengeneration von Coleosporium Senecionis bildet. Sporen des letzteren, und zwar der rinden- wie nadelbewohnenden Form, erzeugen, auf Senecio ausgesät, stets das genannte Coleosporium, indem ihre Keimschläuche schon nach 30—72 Stunden durch die Spaltöffnungen eintreten. 8 Tage nach der Infektion erscheinen bereits die ersten Uredolager. Leider ist der umgekehrte Infektionsversuch, durch Aussaat der Coleosporium-Teleutosporen auf Pinus das Peridermium zu erzeugen, wegen technischer Schwierigkeiten bis jetzt nicht gelungen. Es bleibt daher noch zu entscheiden, ob das Eindringen der Coleosporium-Keimschläuche in die Rinde der jüngeren Triebe oder in die Nadeln der Kiefer oder je nach Umständen in beide Organe erfolgt, ob das Peridermium-Mycel aus der Zweigrinde in die Kurztriebe resp. deren Nadeln hinüberwächst oder umgekehrt, oder ob beide Fälle möglich sind. Die Zeit der Infektion der Kiefer würde dann mutmaßlich in den August und September als die Reifezeit der Coleosporium-Teleutosporen fallen.

Die Aecidiengeneration des C. Senecionis, das Peridermium Pini Wallr. (Aecidium Pini Pers., Blasenrost der Kiefer), entwickelt sich in resp. auf den Nadeln von Pinus silvestris, vorzüglich jüngeren bis 20- oder 30jährigen Bäumen, sowie in und auf der Rinde von P. silvestris und Strobus (nach anderen Angaben auch derjenigen von P. Laricio-austriaca und P. montana). In beiden Fällen ist das Mycelium perennierend, in der Nadel nach dem Alter der letzteren begrenzt, in der Rinde laut Hartig's Untersuchungen nach Umständen bis 70 Jahre. Der von der nadelbewohnenden Form verur-

96) Wolff, Entwickelungsgesch. d. Kiefernblasenrostes, Aecidium Pini; Thiel's Landwirthsch. Jahrb. VI. 723, Taf. 18. — R. Hartig, Aecidium Pini, der Kiefernblasenrost; Wichtige Krankheit. d. Waldbäume S. 66, Taf. 4; desgl. Lehrb. d. Baumkrankh. S. 63 u. Untersuch. aus d. forstbotan. Instit. zu München III. 150. — Reeß, Rostpilzformen, a. a. O. S. 46.

sachte Schaden ist daher ein geringer, da die infizierten Nadeln nicht oder nur stellenweise vorzeitig absterben. Gefährlich wird dagegen die rindenbewohnende Form, deren Mycelium sich von der Rinde aus durch den Bast und das Cambium noch bis in die Markstrahlen des Holzkörpers verbreitet, alljährlich eine Strecke im Stamme resp. Äste weiter wandernd, in der Längsrichtung etwas schneller als quer. Soweit das Cambium getödtet wurde, steht natürlich das Dickenwachstum still; in den lebenden Partien ist es um so ergiebiger, daher die Jahresringbildung eine einseitige und gesteigerte zugleich, unter Abflachung und nicht selten auch auffällig spiraliger Drehung des Stammes resp. Astes. Dabei verschwindet auf dem ganzen Wege des Mycels der lebende Zellinhalt, die Stärke wird in Terpentin umgewandelt, der tropfenweise die Zellwände bedeckt, die Wand selbst durchtränkt, die befallenen Gewebe (auch das Holz) mehr oder minder stark bis völlig verkienen läßt und durch Wunden massenhaft nach außen fließen kann. Durch Zerstörung der lebenden Innenrinde (Bast) wird der Weg für den Transport bestimmter Nährstoffe eingeengt, bei völliger Umgreifung des Stammes seitens des Myceliums schließlich ganz unterbrochen; die Fortleitung des Wassers wird nach dem Grade der Verkienung des Holzkörpers mehr oder minder erschwert oder in trockenen Sommern ganz aufgehoben; der über der infizierten Stammregion gelegene Wipfel stirbt zuletzt ab, vertrocknet und bleibt als Kienzopf (Kiengipfel, Vogelkien) stehen.

Die Aecidien entwickeln sich auf dem rindenbewohnenden Mycelium alljährlich vorzugsweise in der im Laufe des Jahres neu erkrankten Region, auf der sie im Mai und Juni hervorbrechen, begleitet von schwer erkennbaren ganz flachen, rundliche Flecke von 3—7 mm Durchmesser bildenden Spermogonien. Nach einer Reihe von Jahren wird jedoch das Mycelium steril. Die meist gruppenweise beisammenstehenden, nicht selten eine größere Fläche zahlreich bedeckenden Aecidien selbst, das Peridermium Pini α corticola, sind 4—8 mm lange und breite kegel-, schlauch-, sack- oder blasenförmige, gewöhnlich seitlich etwas zusammengedrückte, mitunter auch unregelmäßige Fruchtkörper, deren gelblichweiße Peridie nach unregelmäßigem Aufreißen des Scheitels die orangegelben, länglichen oder eiförmigen bis rundlichen oder polyedrischen, dicht warzigen Sporen pulverförmig ausstäuben läßt. Die Aecidien des nadelbewohnenden Mycels, das P. Pini β acicola (P. oblongisporum Fuckel), erscheinen im April und Mai, sind meist nur 2—3 mm groß, sonst im wesentlichen aber wie die Rindenaecidien gebaut, auch von Spermogonien in Form flach kegelförmiger, bis 1 mm breiter, gelbbrauner Flecke begleitet. Geringere Größe und sonstige kleine Unterschiede könnten ohne Zwang auf die weniger reiche Ernährung seitens der Nadel zurückgeführt werden. Die oben angedeuteten Infektionsversuche Wolff's sprechen auch dafür, daß beide Aecidien nur Formen einer Art sind. Früher betrachtete man sie als verschiedene, wenn auch äußerst nahe verwandte Arten. Die letztere Ansicht wird nun neuerdings wieder von Cornu vertreten[97]). Derselbe sah P. Pini corticola in einem Walde, in welchem es 15% der 4—5jährigen Bäume zum Absterben brachte, in welchem nur weniges Senecio und noch dazu völlig gesund sich fand. Als dem Beobachter auch die Infektion des letzteren mit den Peridermiumsporen mißglückte, säete er sie auf das in jenem Walde sehr häufige Vincetoxicum officinale und erhielt auf den Versuchspflanzen nach vier Wochen das Cronartium asclepiadeum Fr., einen mit Gymnosporangium (§ 52) verwandten Rostpilz, dessen einzellige Teleutosporen unter einander zu einem senkrecht vom Substrate sich erhebenden soliden säulenförmigen Körper fest verbunden und dessen Uredolager von einer aecidienartigen Hülle umgeben sind. Cornu glaubt daraus schließen zu dürfen, daß das rindenbewohnende und nach seiner Erfahrung

97) Cornu, Nouvel exemple de génerations alternantes chez les champignons urédinés. Comptes rendus, Paris, vol. 102, pag. 930.

zu Cronartium gehörende Peridermium von dem nadelbewohnenden als Art gut unterschieden sei. Letztere vielleicht durch das Verhalten gewisser Chrysomyxa-Arten (§ 50) gestützte Annahme und, wie oben gezeigt, die Art der Infektion der Kiefer seitens Coleosporium selbst, bedürfen jedoch weiterer Aufklärung.

Uebrigens ist noch darauf hinzuweisen, daß, wie schon Wolff gezeigt hat, die Uredogeneration (resp. deren Mycelium) des Coleosporium auf erstarkten herbstlichen Keimpflanzen des Senecio nicht selten überwintert und dann im Frühlinge die Uredolager da sind, noch ehe Peridermium erschienen ist, daß sich infolge dessen das überall gemeine Coleosporium Senecionis auch ohne Wirtwechsel auf Senecio und selbst dort zu erhalten vermag, wo Kiefern in unmittelbarer Nähe und selbst weiter Entfernung fehlen.

Als einziges Radikalmittel gegen den Blasenrost der Kiefer ist die Vernichtung der zweiten Wirtpflanze, des Senecio (resp. Vincetoxicum?), zu empfehlen.

§ 50. Als mit Coleosporium zunächst verwandt tritt uns die Gattung Chrysomyxa Ung. entgegen. Ihre orangegelben, selten bleichen, cylindrischen, in Reihen übereinander stehenden Teleutosporen brechen jedoch durch die Epidermis des Wirtes hervor und erzeugen bei der Keimung ein mehrzelliges Promycelium mit mehreren Sporidien. Die Uredoform ist, wenn überhaupt vorhanden, wie bei Coleosporium beschaffen; die bei zwei Arten vorhandenen Aecidien besitzen eine bis 3 mm hohe cylindrische, am offenen Rande unregelmäßig gezähnte, weißliche Hülle.

Die Untergattungen unterscheidet man als Leptochrysomyxa nur mit Teleutosporen, Hemichrysomyxa mit Uredo- und Teleutosporen und Euchrysomyxa mit Uredo-, Teleutosporen und Aecidien. Aus diesen ist der zur ersteren gehörende autöcische Fichtennadelrost, Ch. Abietis Ung.[98]), wohl die den Forstleuten bekannteste Art. Ihr durch reichen Gehalt an gelben Oeltropfen ausgezeichnetes Mycel lebt im Parenchym der diesjährigen Fichtennadeln, welche an der infizierten Stelle, bald an der Spitze, bald am Grunde oder in der Mitte, einen oder mehrere gegen den gesunden grün bleibenden Teil scharf abgeschnittene Flecken resp. Gürtel von zunächst (beim ersten Sichtbarwerden zu Anfang oder Mitte Juni) gelblichweißer, Mitte Juli bereits intensiv gelber Farbe zeigen. Auf diesen Flecken treten gewöhnlich gegen Ende August und allermeist auf der Unterseite der Nadel zu beiden Seiten der dem Gefäßbündel und einem Harzgange entsprechenden mittleren Längsleiste verlaufend, goldgelbe bis zuletzt rotbraune, 3—9 mm lange Pusteln auf: die zunächst während des Winters noch unter der Nadelepidermis bleibenden Teleutosporenlager, welche im kommenden Frühlinge rasch anschwellen und, die Oberhaut der am Baume verbliebenen Nadel durchbrechend, als tief orangegelbe Polster von Teleutosporen hervortreten. Letztere lösen sich von ihrer Unterlage niemals los, sondern treiben im Fruchtlager sitzen bleibend sofort nach der Reife je ein meist vierzelliges Promycelium, dessen Sporidien zur Zeit der neuen Triebbildung im Mai reif und daher im Stande sind, die vorbrechenden jungen Nadeln sofort anzustecken. Das Eindringen ihrer Keimschläuche durch die direkt durchbohrte Nadeloberhaut wurde von Reeß festgestellt. Von jetzt ab beginnt der kurz skizzierte Entwickelungsgang aufs neue in gleicher Weise. Die mit dem nun vertrocknenden Teleutosporenlager behafteten Nadeln fallen aber bald todt ab.

Je nach früherem oder späterem Austriebe der jungen Nadeln werden letztere bald rasch und leicht infiziert, bald (bei sehr früh vor oder sehr spät nach der Sporidienreife erfolgendem Austriebe) sind sie gegen Ansteckung völlig geschützt. Daher tritt die Krankheit auch in sehr wechselndem Maße und nur selten durch mehrere Jahre gleich heftig auf. Da ferner meist ein großer Teil der Nadeln gesund bleibt, so ist auch nur in vereinzelten Fällen der durch den Fichtennadelrost verursachte Schaden ein sehr empfindlicher.

Von anderen Arten ist aus der Untergattung Euchrysomyxa (s. oben) noch Ch. Rhododendri de Bary[99]) erwähnenswert. Ihre rundlichen oder länglichen, orangefarbenen Uredolager treten meist gruppenweise auf der Unterseite der Alpenrosenblätter (Rhododendron hirsutum und ferrugineum) auf, ebendaselbst im Frühjahre auch die anfangs braunroten, bei der Keimung orangegelben Teleutosporen, deren Sporidien bei normalem Entwickelungsgange auf Fichtennadeln keimen. Das Mycelium verursacht an den erkrankten Nadeln ähnliche gelbe Flecke, wie bei der Ch. Abietis; auf derselben werden jedoch schon im Juli und August kleine Spermogonien, kurz darauf die oben beschriebenen Aecidien, das frühere Aecidium abietinum Alb. et Schw.[100]), sichtbar, nach dessen Entwickelung die Nadeln noch

---

98) Reess, Chrysom. Ab. u. d. von ihr erzeugte Fichtennadelkrankheit; Botan. Zeitung 1865, S. 385, Taf. 13; desgl. Rostpilzformen S. 29. Willkomm, Der Fichtennadelrost od. d. Gelbfleckigkeit d. Fichtennadeln; Mikroskop. Feinde d. Waldes S. 134, Taf. 9, 10. R. Hartig, Lehrb. d. Baumkrankh. S. 66.

99) De Bary, Aecidium elatinum; Botanische Zeitung 1879, S. 761, Taf. 100.

100) Reeß, Rostpilzformen, S. 50.

im Herbste desselben Jahres sterben und abfallen. Die Aecidiosporen wandern wieder auf die Alpenrosen hinüber; doch hat De Bary gezeigt, daß da, wo im Hochgebirge Fichten fehlen, die Aecidiengeneration ausfallen und der Pilz in seinen beiden Rhododendron bewohnenden Formen durch die Uredosporen allein erhalten und verbreitet werden kann.

Ganz in gleicher Weise und auch mit demselben Aecidium abietinum auf der Fichte, entwickelt sich die äußerst ähnliche Ch. Ledi de Bary [99]) mit ihrer Uredo- und Teleutosporenform auf Ledum palustre, gleichsam die vorige Art in der Ebene vertretend und in fichtenfreien Gegenden ebenso durch die Uredoform allein sich erhaltend.

§ 51. Auch die Gattung Melampsora Cast. [101]) ist insofern mit den voraufgehenden Gattungen näher verwandt, als ihre Teleutosporen zu kompakten flachen, braunen oder schwarzen, unter der Epidermis verbleibenden Lagern fest verbunden sind, die sich erst nach Absterben des befallenen Organes der Nährpflanze völlig ausbilden, in denen jedoch die keilförmigen oder prismatischen, ungestielten Sporen einzeln und nicht in Reihen übereinander stehen und sich zum Unterschiede nahe verwandter Gattungen zwischen den Zellen des Nährgewebes (intercellular) entwickeln. Ihr Promycelium ist demjenigen von Chrysomyxa gleich. Die orangefarbenen Uredosporen werden einzeln auf ihren Basidien in hüllenlosen oder von einer Hülle umgebenen stäubenden Lagern abgegliedert. Aecidien sind mit Sicherheit nicht bekannt, da die darauf bezüglichen Angaben der weiteren Untersuchung bedürfen (vgl. auch § 58).

Als wichtigste Art ist zunächst die in Weidenhegern oft sehr schädlich auftretende M. salicina Lev. [102]), der Weidenrost zu nennen, der zahlreiche Weidenarten (S. alba, fragilis, amygdalina, purpurea, viminalis, Caprea, cinerea, aurita und ganz besonders S. acutifolia = caspica der Gärten) von der Ebene bis in die Hochalpen befällt. Seine Uredolager erscheinen oft schon anfangs Juni meist auf der Unterseite, weniger häufig auf der Oberseite der Blätter, desgleichen an Blattstielen und jungen Trieben als rotgelbe, hüllenlose Häufchen, deren in der Form (oft in demselben Lager) wechselnde Sporen unter günstigen Verhältnissen schon nach 8 Tagen eine neue sporenreife Generation erzeugt haben können. Daraus und aus dem Umstande, daß das Mycel in dem einmal befallenen Blatte wandert und an vielen Stellen neue Uredopusteln hervorbringt, erklärt sich leicht die rasche und oft unglaublich massenhafte Verbreitung des Parasiten. Auf den befallenen, allmählich schwarzfleckig werdenden Blättern treten schon vor dem frühzeitigen Abfall die Anlagen der kleinen flach gewölbten oder polsterförmigen bis fast halbkugeligen, anfänglich gelbroten bis braungelben, zuletzt schwarzbraunen Lager der keulig-prismatischen Teleutosporen auf, bei dichter Stellung oft zu größeren krustenartigen Ueberzügen zusammenfließend. Dieselben überwintern in den am Boden liegenden und faulenden Blättern, um im nächsten Frühjahre mit ihren keimenden Sporidien aufs neue sich auf dem jungen Laube anzusiedeln. Zeitiges Abschneiden der die Uredoform tragenden Triebe, Einsammeln des die Teleutosporen bergenden Laubes, in beiden Fällen Verbrennen der befallenen Teile, dürften die wirksamsten Mittel zur Bekämpfung des Parasiten sein.

M. populina Lev., der Pappelrost, entspricht in entwickelungsgeschichtlicher Beziehung dem Weidenroste, von dem er sich durch die von einer Hülle umgebenen Uredo-Lager unterscheidet, in allen Punkten und richtet auf den von ihm befallenen Pappeln (Populus nigra, dilatata, alba, balsamifera, canadensis, tremula — die auf letzterer Art vorkommende Form oft als M. tremulae Tul. spezifisch abgetrennt) die gleichen Verheerungen an. Auch M. Carpini Winter auf Hainbuche (Hainbuchenrost) und M. betulina Desm. auf Birke (Birkenrost) verhalten sich gleich.

Neben mehreren anderen hier zu übergehenden Gattungen wird neuerdings auch Calyptospora Kühn [103]) mit Melampsora vereinigt. Ihr wesentlicher Unterschied liegt darin, daß ihre Teleutosporen intracellular, d. h. in den Epidermiszellen der Wirtpflanze selbst, zur Entwickelung kommen und in jeder Zelle zu einer dieselbe ganz ausfüllenden vier- bis achtzelligen (meist durch gekreuzte Längswände vierzellige) Gruppe vereinigt sind. Ferner fehlt die Uredoform, dagegen sind durch die Untersuchungen R. Hartig's [104]) die Aecidien bekannt. Die einzige Art der Gattung, C. Goeppertiana Kühn (Melampsora Goeppertiana Winter) nämlich, lebt in der Teleutosporenform auf Vaccinium Vitis Idaea (Preißelbeerrost), in dessen Zweigen das Mycelium überwintert, alljährlich in das Rindengewebe der jungen Triebe hineinwachsend, wobei die üppiges Längenwachstum zeigenden infizierten Zweige bis zur Dicke einer Federspule anschwellen, erst schön hellrot, dann durch das die ganze Anschwellung einnehmende Teleutosporenlager braun gefärbt werden. Von den in der Epidermis überwinternden Teleutosporen werden im Frühjahre vierzellige und vier Sporidien erzeugende Promycelien getrieben. Die Sporidien keimen, wenn sie auf die jungen Nadeln der Weißtanne gelangen und

---

101) Magnus, Ueber d. Familie der Melampsoreen; Verhandl. d. botan. Ver. d. Prov. Brandenburg 1875.

102) R. Hartig, Wichtige Krankheiten d. Waldbäume, S. 119, Taf. 6, Fig. 18—25; desgl. Lehrb. d. Baumkrankh. S. 61. — v. Thümen, in Mittheil. a. d. forstl. Versuchsw. Oesterreichs II. 41.

103) Kühn, in „Hedwigia" 1869, S. 81.

104) R. Hartig, C. Goeppertiana und Aecidium columnare; Allgem. Forst- u. Jagdzeit. 1880; desgl. Lehrb. d. Baumkrankh. S. 56, Taf. 2.

ihre eindringenden Keimschläuche entwickeln sich zu einem farblosen, äußerlich an der Nadel keine Veränderung hervorrufenden Mycelium, auf dem noch ca. 4 Wochen die hellgelben, säulenförmigen Aecidien in zwei Längsreihen zu beiden Seiten der Mittelrippe die Epidermis der Nadel durchbrechend, auf der Unterseite der letzteren erscheinen. Diese Aecidien, das frühere Aecidium columnare Alb. et Schw. [105]), deren Ausbildung nach dem ersten Sichtbarwerden noch mehrere Wochen dauert, öffnen sich auf dem Scheitel mittelst mehrerer Längsrisse, wobei der Scheitelteil selbst oft wie ein Deckel abgestoßen wird. Die Verbreitung des Pilzes erstreckt sich über fast ganz Deutschland. Die erkrankte Tannennadel bleibt noch längere Zeit nach dem Ausstäuben der Aecidiosporen lebend und im unteren, gewöhnlich keine Aecidien tragenden Teile überhaupt oft erhalten.

§ 52. Die Gattung Gymnosporangium DC. [106]) (Podisoma Lk.) ist durch zu je zwei übereinander stehende dickwandige Teleutosporen ausgezeichnet, welche in großer Anzahl in eine Gallertmasse eingebettet sind, die durch das Aufquellen der langen fadenförmigen, durch eineinander gewundenen Teleutosporenstiele gebildet wird. Diese Teleutosporenlager entwickeln sich im Herbste in den äußeren Rindenschichten des Stammes und der Aeste von Cupressineen, vorzüglich Arten der Gattung Juniperus, an welchen ihr perennierendes Mycelium infolge lokalen Dickenwachstums eigentümliche und oft auffällige Anschwellungen veranlaßt. Sie brechen aus den Rindenrissen der letzteren dann im Frühlinge als verschieden gestaltete und gefärbte Gallertkörper hervor, welche bei Eintritt trockener Witterung verschrumpfend hornartige Konsistenz erhalten, bei Regenwetter leicht völlig zerfließen. Uredosporen fehlen. Dagegen kennt man seit Oersted's Untersuchungen die früher als besondere Gattung Roestelia Rebent. beschriebenen Aecidien, welche sich infolge Wirtwechsels auf den Blättern bestimmter Pomaceen entwickeln, an denen das Mycelium leuchtend gelbe oder rote, zuletzt polsterartig anschwellende Flecken erzeugt, die oberseits die kleinen punktförmigen Spermogonien, unterseits und gewöhnlich auf zitzenförmigen Höckern die Aecidien tragen. Die flaschenförmige Peridie der letzteren öffnet sich entweder pinselartig auf dem Scheitel oder seitlich gitterartig.

Die bekannteste Art ist G. Sabinae Winter (G. fuscum DC.). Ihre vorzüglich auf Juniperus Sabina, aber auch auf J. virginiana, phoenicea und Oxycedrus sowie auf Pinus halepensis erscheinenden Teleutosporenlager sind 8–10 mm lange rotbraune, stumpfe, kegelförmige bis cylindrische, nicht selten seitlich etwas zusammengedrückte und oberwärts schwach verbreiterte und selbst kammartig geteilte Körper, deren kastanienbraune zweizellige Teleutosporengruppen in der Mitte nicht oder kaum merklich eingeschnürt sind. Die Aecidien (Aecidium cancellatum Pers., Roestelia cancellata Rebent.) zeigen sich von August bis Oktober auf Blättern und jungen Früchten der Birnbäume (Gitterrost der Birnen) in Gestalt sehr kurzhalsiger, 1—2 mm hoher, blaßgelber Fläschchen, welche am Scheitel mützenartig geschlossen bleiben, an den Seiten ringsum durch zahlreiche bis zum Grunde reichende, aber durch kurze Querstäbchen unterbrochene Längsspalten sich öffnen, so daß die Peridie ein gitterartiges Aussehen erhält. Der Parasit kann den Birnbäumen sehr schädlich werden, indem er die Ernte mindert und selbst ganz ausfallen läßt. Vernichtung der die Teleutosporengeneration beherbergenden Wachholder in größerem Umkreise ist einziges Schutzmittel. — Von anderen bei uns noch vorkommenden Arten seien kurz erwähnt: G. clavariaeforme DC. mit bis 12 mm langen cylindrischen, zungen- oder bandförmigen, oft gekrümmten oder gebogenen oder gabelig geteilten gelben Teleutosporenlagern mit hellgelbbraunen spindelförmigen und in der Mitte eingeschnürten Teleutosporenpaaren auf Juniperus communis; und schmutzig-weißlichen, zuletzt cylindrisch-becherförmigen, in der oberen Hälfte pinselartig zerschlitzten Aecidien (Roestelia lacerata Saw.) auf Crataegus und Mespilus. Nach Oersted würde auch das nur eine Varietät mit bis zum Grunde pinselartig zerschlitzter Peridie darstellende Aecidium (Roestelia penicillata Fr.) auf Pirus Malus, Sorbus Aria, torminalis 2c. zu G. clavariaeforme gehören. — G. juniperinum Winter (G. conicum DC.) mit goldgelben, anfangs halbkugeligen bis kegelförmigen, zuletzt stark vorquellenden Teleutosporenlagern mit zweierlei spindelförmigen Teleutosporengruppen (dickwandigen braunen und kleineren, dünnerwandigen und gelben) auf Juniperus communis, und bis 8 mm langen langhalsig-flaschenförmigen, hornartig gekrümmten und am offenen Scheitel gezähnelten, gelblichen bis gelbbraunen Aecidien (Roestelia cornuta Ehrh.) auf Sorbus Aucuparia, torminalis 2c.

§ 53. Unter den isolierten Rostpilzformen, für welche es vor der Hand zweifelhaft

---

105) Reeß, Rostpilzformen, S. 51.

106) Oersted, Om en saeregen, hidtil ukjendt Udvikling hos visse Snyltesvampe og navnlig om den genetiske Forbindelse mellem Sevenbommens Baevrerust og Paeretraeets Gitterrust; Kongelige Danske Videnskabernes Selskabs Skrifter, 5. Raekke, VII (1868), med 3 tavler. — Farlow, The Gymnosporangia or Cedar-apples of the United States; Memoirs of the Boston Society of Natural History 1880, 38 S. u. 2 Taf. — Rathay, Vorläufige Mittheil. üb. d. Generationswechsel unserer einheimischen Gymnosporangien; Oesterreich. bot. Zeitschr. 1880, S. 241. — Cramer, Ueber d. Gitterrost der Birnbäume; Schweizerische landwirthschaftl. Zeitschr. IV (1876). — R. Hartig, Lehrb. d. Baumkr. S. 53. — Reeß, Rostpilzformen, a. a. O. S. 8.

bleibt, ob sie in den Entwickelungskreis anderer Rostpilze gehören, oder einen mit nur einer Sporenform in sich abgeschlossenen Entwickelungsgang besitzen, ist zunächst die Gattung

Aecidium Pers. (Becherrost) im engeren Sinne, d. h. nach Ausscheidung der zu anderen Rostpilzformen gehörenden Arten (vgl. §§ 50, 51, 55) hervorzuheben. Sie ist demnach, wie a. a. O. bereits mehrfach hervorgehoben wurde, durch die charakteristischen, von Spermogonien begleiteten Sporenfrüchte gekennzeichnet, welche mit einer meist becherförmigen, mit gezähntem Rande aufbrechenden Hülle (Peridie) versehen sind und sich und ihre kettenförmig aneinander gereihten, meist gelben oder rotgelben Sporen in der im § 47 angegebenen Weise entwickeln. Von den forstlich bemerkenswerten Arten steht das

A. elatinum Alb. et Schw. als Erzeuger der Krebsbeulen und Hexenbesen der Edeltanne obenan [107]). Sein bis 60 und mehr Jahre perennierendes Mycelium wuchert im Rinden- und Bastgewebe, dringt auch ins Cambium und spärlicher in den Holzkörper hinein und verursacht eine mehr oder minder mächtige, am Stamme meist tonnenförmige Anschwellung der infizierten Stelle (§ 18), die sowohl die Rinde als auch den Holzkörper betrifft. Letzterer zeigt an verschiedenen Stellen seines Umfanges sehr ungleiche Stärke der Jahresringe, oft stellenweise oder ausgedehnte Unterbrechungen derselben, daher unregelmäßigen, maserigen Verlauf der Holzfaser. Nach Abbröckeln der Rinde zuerst innerhalb der Anschwellung und von da aus auf- und abwärts im gesunden Teile des Stammes morsch werdend, setzt ein derartiger Schaft Stürmen nur geringen Widerstand entgegen. Oft findet das Abbrechen scharf mitten durch die Krebsbeule statt. Derartige Geschwülste treten am Stamme und an Zweigen jeder Ordnung, an der Spitze der letzteren wie an jeder anderen Stelle, vorzugsweise der mittleren und unteren Region des Baumes auf. Die Infektion dürfte vielleicht durch Vermittelung von Rindenverletzungen stattfinden; wie sie geschieht, ist bis jetzt unbekannt. Treten an den Geschwülsten junge Triebe auf, so wächst das Mycel gewöhnlich in einen oder den anderen derselben hinein und erzeugt — aber nur beim Eintritt schon in eine eben in der Entfaltung und Streckung begriffene Knospe — an demselben den bekannten Hexenbesen (§ 18), der sich, abgesehen von seiner reichen und oft abnormen Verzweigung, durch die schmächtigeren, hell gelblichgrünen, alljährlich im Spätherbst abfallenden Nadeln auszeichnet, in welche das Mycel des Parasiten hineingewachsen ist und auf denen es unterseits in je einer unregelmäßigen Längsreihe neben der Mittelrippe die kurz röhrenförmigen, orangeroten Aecidien nur wenig hervortreten läßt. Da das Mycelium in die meisten der jährlich sich neu bildenden Triebe des Hexenbesens weiter wandert, ist der letztere der jährliche Produzent der Sporenfrüchte, welche auf den Krebsbeulen nie entwickelt werden.

Andere Arten sind das A. strobilinum Reess [108]) und A. conorum Piceae Reess [109]), beide die Aecidien (letztere Art etwas größere und nur auf der Außenseite, erstere auf beiden Seiten) auf den Schuppen der Fichtenzapfen entwickelnd.

§ 54. Von der voraufgehenden ist die Gattung Caeoma Tul. durch das Fehlen der Peridie unterschieden, weshalb die unregelmäßigen, aber sonst in jeder Beziehung denjenigen der Aecidien gleichenden, auch von Spermogonien begleiteten gelben oder orangefarbenen und anfänglich von der bleichen Oberhaut des Nährorganes bedeckten Sporenlager sich auch am Rande oft unbegrenzt vergrößern. Unter den bekannten Arten ist C. pinitorquum A. Br., der Kieferndrehrost [110]), ein besonders in Norddeutschland

---

107) De Bary, Ueber d. Krebs u. d. Hexenbesen d. Weißtanne; Botan. Zeitung 1867, S. 257. Reeß, Rostpilzformen S. 42. R. Hartig, Lehrb. d. Baumkrankh. S. 69.

108) Reeß, Rostpilzformen, S. 57.

109) A. a. O. S. 54.

110) De Bary, C. p., ein neuer der Kiefer verderblicher Pilz; Monatsberichte d. Berliner Akad. d. Wissensch. 1863. R. Hartig, Wichtige Krankh. d. Waldbäume S. 83, Taf. 5, Fig. 1—9; desgl. Lehrb. d. Baumkrankh. S. 72. Reeß, Rostpilzformen S. 66.

auf der Kiefer nicht seltener und unter Umständen verderblicher Schmarotzer, der schon auf Sämlingen, desgleichen in 1—10jährigen Beständen am häufigsten epidemisch, seltener in 20—30jährigen Beständen auftritt. Sein Mycel wuchert vorzugsweise im Rindenparenchym der jungen Triebe, geht aber auch in den Bast und vermittelst der Markstrahlen in das Mark über. An den infizierten Stellen erscheinen von Mitte Mai bis Anfang Juni zu einer Zeit, wo die jungen Nadeln eben aus ihren Scheiden vortreten, 1—3 cm lange und ½—1cm breite blaßgelbe Flecken mit den zahlreichen, etwas tiefer gelb gefärbten Spermogonien, unter denen in der zweiten oder dritten Rindenschicht die die Oberhaut schwielig auftreibenden Caeomalager entstehen, welche etwa Mitte Juni aus einem Epidermisrisse hervortreten und stäuben. Da während dieser Entwickelung die Längsstreckung des Triebes an der der erkrankten Stelle gegenüberliegenden gesunden Seite einseitig fortdauert, krümmt sich der Trieb an der vom Sporenlager eingenommenen Stelle zuerst bogig abwärts, dann durch Wiederaufrichtung der Spitze ∽förmig. Die Wundstelle kann, falls sie nicht sehr umfangreich ist, durch Ueberwallung vernarben, der Trieb weiter wachsen. Bei üppiger Entwickelung namentlich zahlreicher Fruchtlager sterben jedoch die über denselben gelegenen Triebstücke ab und vertrocknen. 1—3jährige Pflanzungen erliegen nach Hartig der Krankheit meist ganz, ältere Kiefern verkrüppeln oft arg, können sich aber in der Pilzentwickelung ungünstigen trockenen Jahren noch leidlich erholen; mit dem dreißigsten Jahre etwa verschwindet die Krankheit. Ob das Mycelium in der Kiefer zu überwintern vermag, ob die Annahme eines Generationswechsels mit Melampsora tremulae auf der Aspe (§ 51), mit welcher man neuerdings den Kieferndrehrost als Aecidienform in Verbindung zu bringen geneigt ist, Berechtigung hat, müssen weitere Untersuchungen entscheiden [111]).

Eine zweite Art der Gattung ist C. Laricis R. Hartig [112]), welche ihre linealen oder rundlichen, gelben Sporenlager im Mai und Juni auf den Nadeln der Lärche (Lärchennadelrost) entwickelt und das frühe Absterben und Abfallen der Nadeln veranlaßt. — C. Abietis pectinatae Reess [113]) erscheint mit seinen Sporenlagern auf der Unterseite der Weißtannennadeln.

§ 55. Wenn auch nicht forstlich wichtig, so doch von allgemeinem Interesse durch eine Anzahl Getreide bewohnender und diese oft stark schädigender Arten ist die Gattung Puccinia Pers., welche durch 2 übereinanderstehende Teleutosporen ausgezeichnet ist, die braune bis schwarze, staubige oder, wenn sie von der Epidermis lange bedeckt bleiben, krustenförmige Lager bilden. Von manchen der zahlreichen Arten kennt man nur Teleutosporen, so z. B. bei dem aus Chile stammenden und seit 1873 ganz Europa durchwandernden Malvenroste (P. malvacearum Mont.), dessen Teleutosporen sofort nach der Reife keimen und durch ihre Sporidien unmittelbar frische Pflanzen anstecken. Bei anderen Arten, wie dem Schilfroste (P. arundinacea Hedw.), sind Uredo- und Teleutosporen vorhanden, beim Stachelbeerroste (P. ribis DC.) Aecidien und Teleutosporen aber keine Uredo. Eine andere Reihe autöcischer Arten, darunter der auf Helianthus sehr schädliche aber auch auf anderen Kompositen vorkommende Sonnenblumenrost (P. discoidearum Lk.), der Zwiebelrost (P. allii Casp.) ꝛc. besitzen alle bei Rostpilzen bekannten Sporenformen und andere gleichfalls Aecidien, Teleuto- und Uredosporen entwickelnde sind heteröcische Species. Unter letzteren sind die drei Getreideroste die wichtigsten. Die erste derselben, P. graminis Pers., lebt auf Roggen, Weizen, Gerste und Hafer, doch auch auf anderen Gräsern (Triticum repens, Lotium perenne, Dactylis glomerata etc.), auf denen ihre ziemlich lang gestielten, am Scheitel abgerundeten oder stumpfspitzigen Teleutosporen lockere, von der Oberhaut nicht bedeckte Häufchen bilden, denen die ehedem als Uredo linearis Pers. unterschiedenen rostroten Uredosporenlager in ungezählten Sommergenerationen vorangehen. Die Sporidien der nach Ueberwinterung keimenden Teleutosporen wandern aber auf die Berberitzen (Berberis vulgaris) aus, auf denen nun an allen Teilen der jungen Triebe das zugehörige Aecidium (Ae. Berberidis Pers. der älteren Systematik) erscheint, dessen Sporen dann auf Gräser zurückwandernd neue Uredogenerationen erzeugen [114]). Von dieser Art unterscheidet sich die besonders auf Gerste und Roggen häufige

111) Nach Rostrup, a. d. Note 52 angeführten Orte, wäre Caeoma Mercurialis das Aecidium zu Melampsora tremulae.

112) R. Hartig, Wichtige Krankh. d. Waldbäume S. 93, Taf. 5, Fig. 10—16.

113) Reeß, Rostpilzformen S. 67.

114) De Bary, Neue Untersuch. üb. Uredineen, insbesondere d. Entwickel. d. P. graminis; Monatsber. d. Berliner Akad. d. Wissensch. 1865. S. 15, Taf. I.

P. straminis Fuckel vornehmlich durch die kurzgestielten und von der Oberhaut bedeckt bleibenden Teleutosporen, zu denen die frühere Uredo Rubigo vera DC. als Vorläufer gehört, und durch das Auftreten ihrer Aecidien (Aecidium asperifolii Pers.) auf Boragineen (Anchusa officinalis, Lycopsis arvensis etc.[114]). Die dritte außer auf anderen Gräsern auf Hafer sehr häufige Art endlich, P. coronata Corda, ist dadurch charakteristisch, daß ihre von der Epidermis bedeckt bleibenden Teleutosporen auf dem Scheitel kronenartig mit mehreren dunkleren Spitzen besetzt sind und ihr Aecidium (A. Rhamni Pers.) auf Rhamnus Frangula und R. cathartica zur Entwickelung gelangt.

Die mit Puccinia verwandte Gattung Uromyces Lév. ist durch einzeln stehende Teleutosporen verschieden, sonst in allen Punkten gleich. Der heteröcische Erbsenrost, (U. Pisi Schröt.), sowie der Bohnen- (U. phaseolorum Tul.) und Kleerost (U. apiculatus Schröt.), letztere beiden autöcisch, treten nicht selten schädlich auf. — Von der weiter verwandten, aber an den zu mehreren in einer walzenförmigen langgestielten Reihe übereinander stehenden Teleutosporen kenntlichen Gattung Phragmidium Lk. ist der mit allen Sporenformen autöcische Rosenrost (Ph. subcorticium Winter) auf Rosen schädlich.

4. Ordnung. Basidiomycetes, Basidienpilze[115]).

§ 56. Die Basidiomyceten entwickeln auf ihrem meist saprophytisch lebenden, durch Querwände gegliederten und reich verzweigten, bald schimmelartigen, in anderen Fällen zu derberen Häuten oder filzigen bis lederigen Platten verflochtenen oder Sklerotien oder Rhizomorphen (§ 15) bildenden Mycelium auf ungeschlechtlichem Wege sehr verschieden gestaltete, meist große und auffällige, im täglichen Leben als „Schwämme“ bekannte Fruchtkörper, welche als mächtige Conidienträger aufgefaßt werden können. Die Sporen werden je nach Unterordnungen und Familien im inneren (Bauchpilze: Gasteromycetes) oder auf der verschieden gestalteten Oberfläche (Hautpilze: Hymenomycetes) der Fruchtkörper, immer aber auf zu dichten Hymenien pallisadenartig gedrängten, meist keulenförmigen Zellen oder Trägern, den Basidien (§ 16) akrogen abgegliedert, nachdem auf dem Scheitel der Basidie zuvor zwei oder meist vier, selten mehr pfriemenförmige Auswüchse (Sterigmen) entstanden sind, deren blasig anschwellende und später durch Scheidewand abgegrenzte Spitze zur Basidiospore wird. Wie die bis jetzt vorliegenden, doch hier nicht zu verfolgenden Untersuchungen, namentlich diejenigen de Bary's, zeigen, dürfen die Basidien der Basidiomyceten den Teleutosporen, die Basidiosporen den Sporidien der Aecidiomyceten als homolog betrachtet werden. Die Gattung Coleosporium (§ 49) mit ihren bei der Keimung direkt aus der Teleutospore hervortretenden Sterigmen, die eigentümlichen in Längsreihen übereinander stehenden Basidien der gallertartigen Fruchtkörper gewisser Tremellinen (s. unten) sind unter anderen besonders geeignet, eine derartige Auffassung zu stützen.

Von den 3 Unterordnungen ist die sich den Rostpilzen zunächst anschließende

1. Unterordnung der Tremellini oder Zitterpilze durch die meist an alten Baumstämmen und auf faulem Holze anzutreffenden gallertweichen Fruchtkörper ausgezeichnet, welche das Hymenium frei auf der Oberfläche tragen, deren Basidien nach Art der Teleutosporen gewisser Rostpilze entweder in kurzen Längsreihen übereinander oder kugelquadrantisch neben einander auf den fruchtbaren Hyphen stehen und die Sporen auf seitlich oder an der Spitze einzeln stehenden Sterigmen abschnüren. Tremella mesenterica Retz. mit sehr verschieden gestalteten und verschieden großen, unregelmäßig hirn- oder gekröseartig gewundenen, orangegelben Fruchtkörpern ist im Winter und Frühlinge an faulenden Laubholzästen nicht selten, desgleichen die bis 2½ cm im Durchmesser haltende schüsselförmige, schmutzig fahlgelbe, unterseits behaarte Exidia saccharina Fr. an Fichten und die ohrartige, bis 8 cm breite, dunkelbraune bis schwarze Auricularia sambucina Mart. (Hirneola auricula Judae Berk., Judasrohr) an alten Hollunderstämmen.

Die 2. Unterordnung der Hymenomycetes (Hautpilze) besitzt ebenfalls ein frei auf der Oberfläche der allermeist nicht gallertartigen Fruchtkörper befindliches Hymenium, dessen einzeln nebeneinander stehende Basidien jedoch 2—6 (meist 4) sporenbildende Sterigmen auf ihrem Scheitel tragen (§ 57). Bei der

3. Unterordnung der Gasteromycetes (Bauchpilze), sind die wie bei den Hymenomyceten gestalteten Basidien resp. die Hymenien in Höhlungen des Fruchtkörpers eingeschlossen (§ 79).

---

115) De Bary, Vergl. Morphol. S. 309.

Forstlich wichtige Arten enthält nur die Unterordnung der

Hymenomycetes oder Hautpilze (Hutpilze)[116].

§ 57. Die sehr artenreiche Gruppe der Hutpilze umfaßt meist Saprophyten; nur wenige Arten, wie Agaricus melleus, Trametes Pini und radiciperda, Polyporus sulphureus u. a. Arten der Gattung, Exobasidium ꝛc. sind sicher als Schmarotzer, resp. fakultative Parasiten (§ 18) bekannt. Das im humusreichen Boden, faulen Holze oder lebenden Wirtgewebe zentrifugal sich ausbreitende Mycelium ist meist freifädig, schimmelartig, zeigt aber sehr häufig an Berührungsstellen seiner Hyphen Verwachsung. Bei gewissen Hutpilzen verfilzen sich die unregelmäßig dicht neben- und übereinanderwachsenden Mycelhyphen zu eigengestalteten, früher als besondere Pilzgattungen beschriebenen Bildungen: häutige Ausbreitungen auf der Oberfläche faulenden Holzes (die alte Gattung Athelia Pers.), wie bei vielen Corticium-Arten oder den bekannten Mycelhäuten des Hausschwammes (§ 75); oder derb lederartige, elastische, im Holze oder zwischen Holz und Rinde weit ausgedehnte Häute, wie das in hohlen Bäumen (namentlich Eichen) nicht seltene alte Xylostroma corium Rbh., aus dem man die Entwickelung der Fruchtkörper von Daedalea quercina, Polyporus sulphureus u. a. A. beobachtet hat. Andere eigenartige Mycelformen sind die im § 78 speziell zu beschreibenden Rhizomorphen. Auch Sclerotien (§ 15) werden bei Arten der Gattung Agaricus, Coprinus, Clavaria u. a. beobachtet. Die Mycelien zahlreicher, vielleicht der meisten Arten sind pleocarp, d. h. sie perennieren und erzeugen jährlich neue Fruchtkörper. Auf dem im Boden zentrifugal wachsenden Mycelium mancher Agaricinen entstehen die Fruchtkörper auf dem peripherischen Teile und oft in großer Menge zu alljährlich mit der weiteren Ausbreitung des Myceliums sich erweiternden Kreisen (Hexen- oder Zauberringe), während die zentralen älteren Mycelpartien steril werden oder absterben.

§ 58. Nach der Form und Beschaffenheit des Fruchtkörpers, insbesondere der das Hymenium tragenden Teile, werden die Familien der Hymenomyceten unterschieden als:

1. Telephoreï, welche das Hymenium auf der glatten Oberseite eines horizontal ausgebreiteten, selten auf der glatten Unterseite eines gestielten oder sitzenden vertikalen, haut-, leder- oder wachsartigen, oder filzigen, flockigen, holzigen, selten fleischigen Fruchtkörpers tragen, selten auch ohne eigentlichen Fruchtkörper sind;

2. Clavarieï mit vom Substrate vertikal sich erhebendem einfachem cylindrischem oder keulenförmigem oder mit strauch- oder korallenartig verzweigtem, fleischigem oder fast fleischigem Fruchtkörper mit die glatte Oberfläche ringsum bedeckendem Hymenium;

3. Hydneï mit verschieden gestaltetem und verschiedene Textur zeigendem Fruchtkörper, welcher das Hymenium auf unterbrochenen Vorsprüngen (Stacheln, Zähnen, Warzen, Kämmen, unterbrochenen Falten) der Unter- oder seltener der Oberseite trägt;

4. Polyporeï mit verschieden gebautem und gestaltetem Fruchtkörper, dessen Hymenium zu einer festen porösen Schicht verwachsene (sehr selten freie) Röhren, wabenartige Vertiefungen oder labyrinthisch gewundene Gänge auskleidet, und

4. Agaricini mit meist schirm- oder hutförmigen gestielten Fruchtkörpern, deren Hymenium radial verlaufende messerklingenartige, meist ganz freie Vorsprünge, die sogenannten Lamellen der Hutunterseite überzieht.

Liegt das Hymenium des jugendlichen Fruchtkörpers von Anfang an frei und nicht von

---

116) Von den zahlreichen Werken hier nur die wichtigsten, namentlich das Bestimmen der Speise- und Giftpilze erleichternden: Fries, Hymenomycetes Europaei sive epicriseos systematicis mycologici; 2. Aufl. Upsala 1874. Krombholz, Naturgetreue Abbildungen und Beschreibungen der eßbaren, schädlichen und verdächtigen Schwämme; fol. mit 278 col. Taf. Prag 1831/46. Harzer, Naturgetr. Abbild. d. vorzüglichsten eßbaren, giftigen u. verdächt. Pilze; 4° mit 81 Taf. Dresden 1842. Sturm, Deutschlands Flora; Pilze bearbeitet von Corda, Rostkovius u. a. 12° mit 480 Taf. Nürnberg 1813/53. Lorinser, Die wichtigsten eßbaren, verdächtigen und gift. Schwämme; Wien 1876, mit 12 Taf. Querfol. — Lenz, Die Schwämme; 6. Aufl. von O. Wünsche, Gotha 1879, mit col. Taf. — Wünsche, Die Pilze, eine Anleitung z. Kenntn. derselben; Leipzig 1877. — Röll, Die 24 häufigsten eßbaren Pilze; mit 14 col. Taf. Tübingen 1888.

einem besonderen Hüllorgane bedeckt, so ist der Fruchtkörper ein nackter (gymnokarper), wie bei den Gattungen Cantharellus, Russula, Lactarius 2c. Zahlreiche Agaricinen zeigen jedoch die Eigentümlichkeit, daß die Entwickelung ihres Fruchtkörpers oder eines Teiles desselben innerhalb einer aus verfilzten Hyphen gebildeten Umhüllung, dem Schleier (velum), vor sich geht (beschleierte oder angiokarpe H.). Deckt diese Hülle, zwischen Hutrand und Stieloberfläche ausgespannt, nur das Hymenium, so wird sie als velum partiale bezeichnet und speziell als Ring (annulus), wenn sie beim Aufspannen des Hutes am Rande des letzteren abreißt und am Hutstiele sitzen bleibt (Agaricus melleus, campestris), als Vorhang (cortina) dagegen, wenn sie vom Stiele sich loslöst und am Rande des ausgebreiteten Hutes hängt (Cortinarius). Schließt die Hülle resp. der Schleier den ganzen jungen Fruchtkörper wie ein Sack ein, so wird sie velum universale oder volva genannt. In einer solchen weißen volva entwickelt sich der Fruchtkörper des Fliegenpilzes (Agaricus muscarius); die weißen, häutig-lederigen Warzen auf der roten Hutfläche, der Ring am Stiele und die Hautfetzen an der knolligen Anschwellung der Stielbasis sind die Reste derselben.

§ 59. Im Innern baut sich der Fruchtkörper aus Hyphen auf, die im erwachsenen Zustande entweder noch leicht trennbar sind und dem Fruchtkörper ein faseriges Gefüge geben, oder welche sich in späteren Entwickelungsstadien zu einem Pseudoparenchym verbinden. Bei der Gattung Lactarius führen besondere schlauchartige Hyphen einen nach Arten verschieden gefärbten, beim Reizker (L. deliciosus) z. B. rotgelben Milchsaft. Auf der Hutoberfläche frei vorstehende Hyphenenden oder Büschel solcher geben dem Hute ein behaartes, schuppiges 2c. Aussehen. Aus dem Grunde des Stieles entspringende und sich im Boden verbreitende Hyphen und Hyphenstränge werden als Rhizoiden oder sekundäres Mycelium bezeichnet, weil sie sich wie das aus der Spore hervorgehende echte Mycelium an der Ernährung des Fruchtkörpers beteiligen.

In dem Hymenium, dessen äußere Verhältnisse bereits in der systematischen Uebersicht des § 58 skizziert wurden, sind die meist kurz keulenförmigen, einzelligen, in der Regel 4 Sterigmen mit je einer Spore tragenden Basidien natürlich die Hauptorgane. Zwischen ihnen finden sich aber fast durchgängig noch ähnliche aber etwas kleinere, keine Sterigmen und Sporen produzierende sterile Zellen, die sogenannten Paraphysen oder Paraphysen, sowie vielfach größere blasige sterile Zellen, die Cystiden, über deren Funktion man im Unklaren ist. Die Färbung des ausgebildeten Hymeniums resp. der von ihm bedeckten Fruchtkörperfläche oder -Vorsprünge richtet sich nach der Färbung der reifen Sporen, die für die Systematik speziell der Agaricinen von Wichtigkeit ist. Bei der Mehrzahl der Hymenomyceten sind die insgesamt als äußerst feines Pulver abstäubenden Sporen sofort nach der Reife keimfähig. Die Keimung selbst erfolgt durch Auswachsen eines (im ersten Stadium bisweilen kurz blasenförmigen) Schlauches, der unter Gliederung durch Querwände und Verzweigung zum Mycelanfange wird.

§ 60. Die vollständige Entwickelungsgeschichte des Fruchtkörpers ist nur in wenigen Fällen, so für Coprinus durch die sorgfältigen Untersuchungen Brefeld's [117]), für Agaricus melleus durch Brefeld [117]) und R. Hartig [118]), für Agaricus muscarius durch De Bary [119]) und Brefeld [117]) bekannt. Die Resultate dieser Untersuchungen dürften jedoch im wesentlichen auf alle Agaricinen übertragbar sein. Bei Coprinus stercorarius treten die Fruchtkörperanlagen auf jeder beliebigen Mycelzelle auf, indem in der Nähe einer Querwand äußerst rasch sich verzweigende Hyphensprosse erscheinen, die bald einen kleinen Knäuel bilden. Dieser vergrößert sich schnell durch fortdauernde Verzweigung seiner Hyphen, die im Inneren des Knäuels am stärksten ist und hier unter Dehnung der Zellen bis zur gegenseitigen Berührung bald zur Bildung eines

117) Brefeld, Botan. Untersuch. üb. Schimmelpilze; III. Basidiomyceten, mit 11 Taf. Leipzig 1877.
118) R. Hartig, Wichtige Krankh. d. Waldbäume S. 12.
119) De Bary, Vergl. Morphol. d. Pilze S. 315.

pseudoparenchymatischen Kernes, der Anlage des bauchigen Fruchtkörperstieles führt, welcher von einer lockeren aber mit ihm in organischer Verbindung stehenden Hyphenhülle umgeben wird. Auf dem Scheitel der Stielanlage beginnt dann die Bildung des Hutes, indem eine lebhafte Hyphensprossung eintritt, bei welcher die radiär nach außen wachsenden Hyphen sich um so reicher verzweigen, je mehr die Hutanlage sich erweitert. Bald biegen die lückenlos zusammenschließenden Huthyphen auch nach abwärts um, wodurch der Hut seine kuppelförmige Gestalt erhält. Die lockere Hyphenhülle, welche außerhalb der Begrenzung des Hutes liegt, setzt sich nach abwärts unmittelbar in die von der Stielbildung ausgeschlossene Hyphenhülle fort und bildet mit dieser zusammen das Velum universale. Diese Entwickelungsstadien werden in 1—2 Tagen durchlaufen. Von jetzt ab wächst der Stiel vorab nur langsam innerhalb einer dicht unter dem Hute gelegenen Zone. Auf der Hutunterseite sprossen die Lamellen hervor, welche das Hymenium tragen sollen. Sie treten am ganzen Umfange gleichzeitig und dicht nebeneinander als Leisten lückenlos mit einander verbundener Hyphen auf, und mit der langsam stattfindenden Erweiterung des Hutes werden späterhin neue Lamellen in die zwischen den schon vorhandenen sich bildenden Lücken hineingeschoben. Dabei sind die die Oberfläche der Lamellen als Anlage des Hymeniums unmittelbar einnehmenden keulenförmigen, dicht gedrängten Zellen anfänglich alle gleich gestaltet und später erst wachsen die zu den Basidien werdenden über die Scheitel der übrigen, die Pallisaden bildenden, hervor und erzeugen Sterigmen und Sporen. Während dieser Vorgänge bilden sich die äußersten Hyphenlagen des Hutes zur dunkelen Huthaut um, von welcher sich die zerfallenden Hyphen der Volva leicht ablösen. Dann beginnt eine starke Streckung des bis dahin kurzen Stieles, der noch glockenförmige Hut wird langsam wie ein Schirm aufgespannt und die reifen Sporen fallen ab.

Bei dem Fliegenpilze (Agaricus muscarius) bleibt die dauerhaftere Volva in Gestalt weißer Warzen auf der roten Hutfläche zurück. Hier ist auch im Gegensatze zu Coprinus die Hutinnenfläche niemals frei, sondern die Hutanlage bleibt seitlich von der enorm wachsenden primären Stielanlage eingeschlossen. Letztere wird später zu der knollenförmigen Stielbasis und der über der Mitte derselben liegende axile Teil des jungen Fruchtkörpers streckt sich schließlich zum eigentlichen Stiele. In der zwischen diesem künftigen Stiele und der Hutwand liegenden neutralen Hyphenmasse, die beiden gemeinsam gehört, werden die Lamellen differenziert und damit Hut und Stiel gesondert. Dabei bleibt aber noch ein zwischen der Oberfläche der Lamellenschneiden und der Stieloberfläche liegender Hyphenteil unverwendet und dieser ist es, der bei der Aufspannung des Hutes sich als weiße Haut von dem sich streckenden Stiele ablöst, noch eine kurze Zeit wie ein Schleier die Lamellen der Hutunterseite überspannt, dann aber sich vom Hutrande löst und nun als häutiger Ring vom Stiele herabhängt.

Die jungen Fruchtkörper des Agaricus melleus endlich treten auf dem Rhizomorphen-Mycelium zunächst ganz wie die sterilen Aeste des letzteren auf, d. h. im Inneren der Mycelstränge als aus zahlreichen Hyphen der inneren Rindenschichten gebildete weiße, kegelförmige Körper, welche durch Rindenrisse hervorbrechen. Diese Körper repräsentieren bei den Fruchtkörpern die Stielanlage, auf der erst ziemlich spät und völlig frei der Hut wie bei Coprinus hervorsproßt. Auch die Unterseite der Hutanlage ist hier ursprünglich ganz frei; erst später wachsen nach abwärts gehende Hyphenaussprossungen des Hutrandes mit solchen aus dem dicht unter dem Hute liegenden Stielteile aufwärts sprossenden zusammen und bilden, sich verfilzend, eine Hülle, welche nach außen eine Ringfurche abschließt, an deren oberer der Hutunterseite angehörenden Wölbung die Lamellen hervortreten.

Bei den Polyporeen und Hydneen haben die Hymenialvorsprünge des Hutes eine ähnliche Entwickelung wie bei den oben skizzierten Agaricinen. Zugleich besitzen die lederigen oder holzigen Fruchtkörper einer Anzahl hierher gehöriger Arten (Polyporus fomentarius, igniarius u. a. Arten der Gattung, Trametes 2c.) die Fähigkeit, bei Eintritt ungünstiger Lebensbedingungen ihr Wachstum einzustellen und dasselbe später, wenn Wärme und Feuchtigkeit in genügendem Maße wirken, wieder aufzunehmen. Während jeder Ruheperiode nehmen dann die im Rande und in der benachbarten Oberfläche des Hutes liegenden Hyphen in vielen Fällen andere, meist dunklere Färbung an, so daß die Zahl der Ruheperioden später durch eben so viele dunkle, dem Hutrande parallel laufende Zonen auf der Oberfläche wie auf Durchschnitten angegeben und in zahlreichen Fällen noch schärfer dadurch markiert werden, daß bei Beginn jeder Wachstumsperiode das Gewebe des Hutrandes sich plötzlich in Form eines Wulstes erhebt, der mit fortschreitendem Wachstum sich wieder gegen den Hutrand abflacht. Bei vielen Arten (Polyporus fomentarius, igniarius) findet zugleich auch ein periodischer Zuwachs des röhrig-porösen Hymenialgewebes statt, so daß letzteres auf Durchschnitten älterer Hüte ähnlich wie die übrige Hutsubstanz geschichtet erscheint.

§ 61. Die über die ganze Erde durch alle Klimate verbreiteten, mit einzelnen Arten (Polyporus hirsutus, lucidus etc.) kosmopolitischen Hymenomyceten bilden neben den Schlauchpilzen die artenreichste Pilzgruppe, die in Europa mit fast 3000 Arten, darunter allein ca. 1900 Agaricinen, vertreten ist. Nächst den Morcheln und Trüffeln enthält sie die vorzüglichsten Speisepilze, die als wertvolles und zugleich billiges Nahrungsmittel noch viel mehr Beachtung verdienen, als ihnen in vielen Gegenden gezollt wird. In bezug auf die schon oft und von Laien noch immer aufgeworfene Frage nach einer leichten und sicheren Unterscheidung eßbarer und giftiger Arten ist zu erwähnen, daß alle auf dieselbe gegebenen Antworten hinfällig sind.

Das angebliche schwärzliche Anlaufen von Zwiebeln und silbernen Löffeln, die mit Giftpilzen gekocht werden, findet in vielen Fällen (Fliegenpilz, Knollenblätterschwamm) nicht statt. Kleberige Oberfläche, lebhafte Farben, Milchsaft, scharfer Geschmack kommen auch bei nicht giftigen Arten vor, sind also als Erkennungszeichen wertlos. Von Schnecken angenagte Pilze sind nicht immer unschädlich, da auch giftige ohne Nachteil gefressen werden. Das Blauwerden gewisser Pilze (Boletus-Arten) beim Durchschneiden ist gleichfalls kein Zeichen der Giftigkeit, beruht vielmehr auf der Blaufärbung harzartiger Körper durch ozonisierten Sauerstoff u. s. w. Zur sicheren Unterscheidung eßbarer und schädlicher Pilze bleibt als einziges Mittel nur: genaue Kenntnis der in der engeren Heimat vorkommenden wichtigsten und namentlich der auf den Markt gebrachten Arten.

§ 62. Aus der bereits im § 58 charakterisierten

1. Familie, Telephorei, Warzenschwämme,

ist als eine der einfachst organisierten Gattungen das parasitisch lebende Exobasidium Woron. hervorzuheben, bei welchem der Fruchtkörper auf die fleischige, an der Oberfläche der befallenen Wirtorgane hervorbrechende, dem Mycelium direkt aufsitzende Hymeniumschicht reduziert ist. Die bekannteste Art ist das durch Europa und Nordamerika verbreitete E. Vaccinii Woron.[120]), dessen intercellulares Mycelium an Zweigen und Blättern der Preißelbeere (Vaccinium Vitis Idaea — seltener an V. Myrtillus und uliginosum) fleischige, weiße oder hellrote Anschwellungen erzeugt, die zuletzt durch das Hymenium weiß bestäubt erscheinen und sich dadurch von den durch Calyptospora verursachten ähnlichen Bildungen (§ 51) leicht unterscheiden. Starke und zeitige Ansiedelung des Schmarotzers kann die Fruchtentwickelung der Sträucher bedeutend beeinträchtigen.

Auch bei Corticium Fr. ist der Fruchtkörper auf die auf dem Mycelium häutig ausgebreitete, wachsartig weiche, im trockenen Zustande rissige Hymenialschicht reduziert, das häufig sterile Mycelium (Athelia, § 57) vegetiert aber in Gestalt oft ausgedehnter, meist hell oder lebhaft gefärbter Häute auf der Oberfläche von faulenden Aesten, Rinden und Holz, wie z. B. das kreideweiße C. calceum Fr., das rote oder orangefarbene, später zart fleischrot bereifte C. incarnatum Fr. u. a. A.

§ 63. Die Gattung Stereum Fr. umfaßt Arten mit an Baumstämmen wachsenden dauerhaften, lederigen oder holzigen, meist stiellosen, krustenförmigen oder konsolenartigen Fruchtkörpern, deren lederige feste Hymenialschicht von der übrigen Hutsubstanz durch eine faserige Zwischenschicht getrennt ist. Unter den deutschen Arten ist das an alten Laubholzstämmen verbreitete und das ganze Jahr zu findende St. hirsutum Fr. durch den mehrere cm im Durchmesser haltenden lederartigen, anfangs krustenförmigen, später aber mit dem Rande aufgebogenen Fruchtkörper charakterisiert, der infolge periodischen Wachstums schwach gezont, oberseits graubraun und rauh behaart, unterseits durch das glatte, kahle Hymenium meist gelblich gefärbt ist. Sein Mycel ruft nach R. Hartig[120]) im Holze der Eiche eigentümliche Zersetzungserscheinungen hervor, die damit beginnen, daß in bestimmt konzentrischen, in der Regel mehrere Jahresringe umfassenden Zonen anfänglich einseitig, dann um den Stamm zusammenschließend, Bräunung eintritt (Mondringe). Infolge weitergehender Zersetzung erscheinen dann in diesen Zonen gelbliche oder schneeweiße Partieen, auf dem Längsschnitte in Form von Streifen (gelb- und weißpfeifiges Holz) auf dem Querschnitte als konzentrisch geordnete Punkte und Flecken (Fliegenäste) bemerkbar, die sich durch seitliche Erweiterung zu ebensolchen Ringen schließen. Bei freierem Zutritt atmospärischen Sauerstoffes wird auch wohl das ganze Holz in eine gelbliche Masse umgewandelt. Die anatomische Untersuchung dieser Zersetzungsstadien ergibt, daß in den Markstrahlzellen, den Parenchymzellen des Holzes, teilweise auch in den Holzzellen eine braune Flüssigkeit auftritt, die beim Gelbwerden des Holzes samt der im Holzparenchym und den Markstrahlen gebildeten Stärke verschwindet, worauf unter äußerst üppiger Entwickelung eines zarten Mycelfilzes, der alle Organe erfüllt und die Zellwände durchbohrt, die Auflösung der letzteren vom Zellinneren her und ohne vorherige Umwandlung in Cellulose erfolgt. Bei sofortiger Weißfleckigkeit des Holzes werden dagegen die Zellwände zu-

120) Woronin, in Berichten d. naturforsch. Gesellsch. zu Freiburg i. Br. IV (1867).

121) R. Hartig, Zersetzungserscheinungen des Holzes S. 129, Taf. 18; Lehrb. d. Baumkrankh. S. 91, Taf. 3, Fig. 5.

nächst in Cellulose umgewandelt und die äußeren Zellwandschichten (Mittellamellen zwischen den benachbarten Zellen) aufgelöst, so daß dadurch zunächst eine Isolierung der Holzelemente, später erst die völlige Auflösung derselben, ganz zuletzt die Zerstörung der Stärkekörner erfolgt.

§ 64. Thelephora Ehrh. unterscheidet sich von Stereum vorzüglich dadurch, daß die auf der Unterseite eines gestielten oder stiellosen, seitlich angewachsenen, lederartigen oder auf der Oberseite eines krustenförmig ausgebreiteten Fruchtkörpers befindliche glatte oder gerippte Hymenialschicht mit der übrigen Hutsubstanz unmittelbar zusammenhängt und nicht durch eine abweichend gebaute Zwischenschicht von ihr getrennt ist. Forstlich beachtenswert ist die vielleicht zu einer besonderen Gattung zu erhebende

T. Perdix R. Hartig[122]). Das Mycelium derselben verursacht eine in Deutschland verbreitete Zersetzung des Eichenholzes, welche der dabei auftretenden eigentümlichen Färbung wegen als „Rebhuhn" resp. Rebhuhnholz bezeichnet wird. Das infizierte Holz färbt sich zunächst infolge einer Bräunung des Inhaltes der Parenchymzellen, wobei in vielen Zellen (auch in einzelnen Tracheïden und Holzfasern) eine braune Flüssigkeit auftritt, intensiv rotbraun. Dann treten in gewissem Zusammenhange mit den großen Markstrahlen weiße, vom üppig wuchernden Mycelium verursachte Flecken auf, die sich rasch in scharf umgrenzte, vom Mycelium meist schneeweiß, später gewöhnlich schmutzig gelb ausgekleidete Höhlungen erweitern, so daß das Holz von an Größe allmählich zunehmenden Löchern gleichmäßig zerfressen erscheint. Wo die weißen Flecken entstehen und die Höhlungen weiß ausgekleidet sind, werden die Zellwandungen in Cellulose umgewandelt, die Mittellamellen gelöst, die Zellen daher isoliert. Wo dagegen die schmutziggelbe Mycelauskleidung der Höhlungen vorhanden ist, findet eine Umwandlung der Zellhautsubstanz in Cellulose nicht statt, sondern die Zellwände werden teils von der Zellhöhlung, teils von Mycelbohrlöchern in der Wand aus zerstört. Die Fruchtkörper entstehen teils in Hohlräumen, teils auf der Außenseite des kranken Holzes als zunächst stecknadelkopf- bis mehrere cm breite krustenförmige Mycelfilze, mit senkrecht zur Oberfläche verlaufenden Hyphen, deren letzte Endigungen die mit kleinen härchenförmigen Auswüchsen besetzten schlank keulenförmigen, bräunlichen Basidien und Pallisaden sind. Letztere wachsen nach Abstäuben der Sporen von den Basidien an ihrer Spitze weiter, erzeugen eine neue Hymenialschicht über der alten sich tief braun färbenden und infolge periodischer Wiederholung dieses Vorganges wird der zuletzt fast halbkugelige Fruchtkörper bis 20schichtig, um dann unter gleichmäßig tief dunkelbrauner Färbung und meist tiefer Rißbildung abzusterben.

Die besonders in Nadelwäldern auf der Erde und am Grunde von Stämmen wachsenden Fruchtkörper der T. laciniata Pers. sind weich lederartig, krustenartig ausgebreitet und oft fast dachziegelig gehäuft, an den zurückgebogenen Rändern zerschlitzt bis fast kraus, auf der Oberfläche faserig-schuppig und dunkel-rostbraun, unterseits mit warzig-flockigem, hellerem Hymenium versehen. Sie werden jungen Fichten und Tannen, bisweilen auch Buchen in Saat- und Pflanzkämpen nicht selten dadurch schädlich, daß sie dieselben umwachsen und ersticken[123]).

2. Familie. Clavariei. Keulenschwämme.

§ 65. Aus dieser bereits im § 58 kurz charakterisierten Familie sind hier ein paar beliebte Speiseschwämme zu verzeichnen, welche der Gattung Clavaria L. angehören. Die aufrechten Fruchtkörper dieser Gattung sind teils einfach cylindrisch oder keulenförmig, teils (Untergattung Ramaria) mehr oder minder reich strauch- oder korallenartig verzweigt. Unter den letzteren Arten zeichnet sich der in Laub- und Nadelwäldern von Juni bis Oktober meist nicht seltene, 8—11 cm hohe und 8—16 cm dicke gelbe Hirschschwamm (C. flava Pers., Bärentatze, Ziegenbart) durch einen 2½ cm hohen und dicken weißlichen, reich verzweigten Stamm aus, der nach oben in zahlreiche dicht gestellte gedrungene, gerade, aufrechte, cylindrische, stumpfe, gelbe oder gelbrote Aeste übergeht. Von ihm unterscheidet sich der in Laub-, nament-

122) R. Hartig, Zersetzungserscheinungen des Holzes S. 103, Taf. 13; Lehrb. d. Baumkrankh. S. 90, Taf. 6.
123) R. Hartig, Untersuch. a. d. forstbotan. Instit. zu München I. 164.

lich Buchenwäldern gleichzeitig wachsende rote Hirschschwamm (C. botrytis Pers., Bärentatze, Ziegenbart) durch ungleich hohe weißliche Aeste mit kurzen, stumpfen, rötlichen oder rotspitzigen Aestchen. Die Fruchtkörper einer dritten, in sandigen Nadelwäldern im Herbste zerstreut wachsenden Art, C. crispa Jacq. (Sparassis crispa Fr., Ziegenbart) bilden rundlich-kopfförmige, bis 12 cm hohe und bis 16 (selten bis 60) cm dicke, zuerst weißliche, später gelbliche oder bräunliche Rasen äußerst zahlreicher gelappter, verworren gekräuselter und an den gesägten Enden zurückgekrümmter, blattartiger Aeste auf kurzem, dickem bis knollenförmigem, in der Erde verborgenem Stamme.

3. Familie. Hydneï. Stachelschwämme.

§ 66. Die sehr verschieden gestalteten Fruchtkörper der Stachelschwämme tragen ihr Sporenlager auf unterbrochenen Vorsprüngen (§ 58), die bei der Hauptgattung Hydnum L. (Stachelschwamm) die Form spitzer weißer Stacheln haben. Manche Arten dieser vielgestaltigen Gattung sind eßbar, so der auf dem Boden in Nadelwäldern nicht seltene Habichtschwamm (H. imbricatum L) mit zentral gestieltem, 5—13 cm breitem, flach konvexem, später in der Mitte eingedrücktem, umbrabraunem, dachziegelig braun- bis schwarzschuppigem Hute und weißen, später grauen Stacheln; — ferner der an alten Eichen- und Buchenstämmen wachsende Igelschwamm (H. erinaceus Bull.), dessen sitzender oder undeutlich gestielter, herzförmiger bis zweilappiger, bis 25 cm breiter Hut auf der weißen, später gelblichen Oberseite faserig zerschlitzt, unterseits mit 2½—5 cm langen hängenden Stacheln besetzt ist. H. diversidens Fr. ist durch einen stiellosen, an alten Laubholzstämmen konsolenartig sitzenden, bis 5 cm breiten und 2½ cm dicken, weich-fleischigen, weißen, oberseits durch Zähnchen rauhen Hut ausgezeichnet, dessen pfriemenförmige Stacheln ungleich (4—12 mm) lang und bisweilen zu mehreren kammartig verwachsen sind. Nach R. Hartig [124]) erzeugt diese eßbare Art an Eichen und Buchen eine Weißfäule. Die Färbung des Holzes wird infolge Bräunung der Zellinhalte eine rotbraune, geht aber rasch in eine gelblich-aschgraue über, anfänglich streifenweise noch mit einer namentlich in den Markstrahlen lange verbleibenden hellbräunlichen Farbe abwechselnd. Im weiteren Verlaufe treten dann an Stelle stark zersetzter Frühjahrsholzschichten schneeweiße Mycelhäute. Die inneren Zellwandschichten quellen dabei ohne vorherige Umwandlung in Cellulose zu einer Gallerte auf, ehe sie völlig gelöst werden, während die Mittellamellen der Auflösung am längsten widerstehen.

4. Familie. Polyporeï. Röhrenschwämme.

§ 67. Die Polyporeen zeigen zwar wie die vorhergehenden Familien noch eine große Mannigfaltigkeit der Fruchtkörperformen; es überwiegt aber neben den einen huf- oder konsolenartigen Fruchtkörper entwickelnden bereits die Zahl derjenigen Arten, bei denen letzterer die Gestalt eines zentral oder seitlich gestielten Daches, Schirmes oder Trichters besitzt. Eine ebenso große Abwechselung herrscht in der Form der Hymenialvorsprünge der Unterseite, die selten die Form freier, meist unter einander verwachsener rundlicher oder eckiger, isodiametrischer oder verlängerter Röhren zeigen, welche die Hutunterseite eingestochen-porös erscheinen lassen, oder die in Gestalt niedriger oder höherer Falten auftreten, welche, durch häufige Anastomosen unter sich netzig verbunden, engere oder weitere, flache oder tiefe Höhlungen, Maschen oder wabenartige, vom Hymenium ausgekleidete Vertiefungen zwischen sich lassen. Nur selten ist, wie bei Solenia und Arten der Gattung Polyporus, der Fruchtkörper auf das aus (bei Solenia isolierten) Röhrchen gebildete Hymenium reduziert. Die artenreichste, in Deutschland mit nahezu 200 Arten vertretene Gattung ist

Polyporus Fr. (Löcherpilz), in der sich fast alle Fruchtkörperformen vereinigt finden: haut- oder krustenartig das Substrat überziehende und meist auf das Hymenium reduzierte in der Abteilung der Resupinati; — stiellose und mit breiter Basis Baumstämmen und faulendem Holze seitlich angewachsene, huf- oder konsolenartige oder halbierten gewöhnlichen Pilzhüten gleichende in der Untergattung Apus; — auf einem seitlichen oder exzentrischen, am Grunde schwarzen Stiele befestigte Hüte bei Pleuropus, zentral oder exzentrisch gestielte Hüte mit am Grunde gleichfarbigem Stiele bei Mesopus; — endlich zusammengesetzte Hüte, welche zu mehreren oder vielen einem gemeinsamen

124) R. Hartig, Zersetzungserscheinungen d. Holzes S. 97, Taf. 12.

Höcker oder einem verzweigten Stiele entspringen, bei Merisma. Allen aber ist gemeinsam, daß die engen und langen Röhren ihres Hymeniums unter sich und mit dem Hute fest verwachsen sind und zwar mittelst eines zwischen sie hinabsteigenden aber von der übrigen Hutsubstanz verschiedenen Gewebes (Trama der Mycologen), welches mit den Röhren zusammen eine besondere und oft auch andersfarbige Schicht bildet. Durch letzteres Merkmal unterscheidet sich Polyporus von der nächstverwandten Gattung Trametes (§ 74), bei welcher das Zwischengewebe der Poren von der Hutsubstanz nicht verschieden ist. Wie R. Hartig [125]) und Winter [126]) richtig bemerken, müssen dann aber viele bis jetzt als Polyporus beschriebene Arten zu Trametes gezogen werden. Bis eine kritische Bearbeitung der genannten Gattungen vorliegt, mögen jedoch die alten bekannten Namen in Anwendung bleiben. Viele Arten sind holzzerstörende Parasiten unserer Bäume, darunter als die hier wichtigsten die in §§ 68—73 beschriebenen.

§ 68. Aus der Untergattung der Resupinati (§ 67) ist hier zunächst der Polyporus vaporarius Fr. (Lohbeet-Löcherpilz) zu erwähnen, dessen in Lohbeeten, auf faulem Holze, in Nadelwäldern besonders an Kiefern und Fichten das ganze Jahr hindurch zu findende krusten- oder hautartig ausgebreitete und dem Substrate fest anhaftende, höchstens 5 mm dicke, weiße oder gelbliche Fruchtkörper sich durch ziemlich große eckige Hymenialporen auszeichnen. Sein weißes Mycel erfüllt als lockere, flockige Masse die Spalten des Substrates; in größeren Hohlräumen und auf der Außenfläche desselben wächst es in Form vielfach verästelter, an den Berührungsstellen wieder verschmelzender Stränge. Die Infektion von Kiefern und Fichten geschieht nach R. Hartig [127]) von den Wurzeln, bisweilen auch von oberirdischen Wundflächen aus. Das Holz wird dunkel rotbraun, rissig, leicht, trocken, zeigt auf den muscheligen Bruchflächen holzkohlenartigen Glanz und ist zwischen den Fingern zuletzt zu feinem, gelbem Pulver zerreibbar. Unter dem Mikroskope zeigt sich die chemische Einwirkung des Mycels in einer Braunfärbung der Zellwände verbunden mit gleichmäßiger Volumenverminderung der Innenschichten, die dann in schwacher Kalilauge stark quellen, in starker Lauge wie in verdünntem Ammoniak gelöst werden. Zugleich entstehen in den Zellwänden des Frühjahrsholzes weniger, dagegen sehr reichlich im dickwandigen Herbstholze zahlreiche kurze, senkrecht übereinander stehende Spalten, die sich aber nicht in die Mittellamellen fortsetzen. Vgl. weiter § 69.

Eine zweite bemerkenswerte Art ist P. laevigatus Fr. [128]), dessen aus den Stämmen der Birke zu Ende November hervorbrechende, krustenartig weit (durch Verschmelzuug meist mehrerer bis zu 2 qdm) ausgebreitete Fruchtkörper nur 1—2 mm dick, in der Jugend deutlich hellbraun-filzig gerandet, später ungerandet, zimmtbraun und mit einer aus sehr kleinen, runden, ganzrandigen, innen weißlichen Poren gebildeten Hymenialschicht versehen sind. Das im Holze vegetierende Mycelium löst die Zellwände der Holzelemente von innen her unter Umwandlung in Cellulose auf, wobei die Mittellamelle zuletzt zerstört, der Kohlenstoffgehalt des Holzes verringert wird. Da das Mycelium ferner das an der Außengrenze der Jahresringe liegende Holzparenchym besonders aufsucht und zuerst zerstört, so werden die einzelnen Jahresringe bald völlig von einander getrennt und das zersetzte Holz zerfällt in eine entsprechende Zahl verschieden dicker Cylindermäntel. Die Infektion des Baumes seitens des Parasiten dürfte, wie bei voriger Art und allen holzverderbenden Polyporeen überhaupt, von frischen Wundstellen aus erfolgen.

§ 69. Die größte Zahl forstlich wichtiger Arten von Löcherpilzen enthält die Untergattung Apus (§ 67). Unter ihnen ist zunächst der an Kiefern vorkommende

Polyporus mollis Fr. (weicher Löcherpilz) dadurch bemerkenswert, daß die von seinem Mycel bewirkte Zersetzung des Holzes große Aehnlichkeit mit der durch P. vaporarius (§ 68) hervorgerufenen zeigt [129]). Die in den Holzzellwänden auftretenden Spalten verlaufen jedoch spiralig, das Holz erhält einen intensiven, an Terpentin erinnernden Geruch und zeigt, was auch für den bei P. vap. skizzierten Zersetzungsprozeß gelten dürfte, in den letzten Stadien eine Steigerung des Kohlenstoffgehaltes. Das Mycel entwickelt sich nicht wie bei P. vaporarius flockig, resp. strangartig, sondern in Form feiner kreideartiger, fest anliegender Ueberzüge. Die weichen, fleischigen, vergänglichen, trocken rotbraunen Fruchtkörper erhalten je nach äußeren Einflüssen sehr verschiedene Gestalt: bald die Form ausgebreiteter oder am Rande umgebogener Polster oder Krusten, bald von dreieckigen Hüten mit fast stielartig vorgezogener Basis; oder sie werden selbst schirmförmig und mehr oder weniger zentral gestielt oder wachsen

125) R. Hartig, Zersetzungserscheinungen d. Holzes S. 19.
126) Winter, Pilze in Rabenhorst's Kryptogamenflora I. 400.
127) R. Hartig, Zersetzungserscheinungen d. Holzes S. 45, Taf. 8; Lehrb. d. Baumkrankh. S. 85, Taf. 7, Fig. 2.
128) Mayr, Zwei Parasiten der Birke; Botanisches Centralblatt XIX. 52, Taf. 2.
129) R. Hartig, Zersetzungserscheinungen d. Holzes S. 49, Taf. 9; Lehrb. d. Baumkrankh. S. 86.

zu mehreren dachziegelig übereinander. Die einer besonderen Hutrinde entbehrende Oberseite ist rauhhaarig. Die Mündungen der gebogenen, bis 5 mm langen Porenkanäle sind zottig zerschlitzt und das in der Jugend gelbgrüne Hymenialgewebe nimmt bei leichtester Berührung purpur- bis braunrote Färbung an.

Der mit der voraufgehenden Art nahe verwandte P. destructor Fr. besitzt gleichfalls sehr verschieden gestaltete, wässerig-fleischige, bräunlich-weiße, kahle, runzelige, innen gezonte Fruchtkörper mit zerschlitzten, weißlichen Poren. Sein Mycel lebt in Nadelhölzern und ruft in Balken und Dielen feuchter Wohnungen ähnliche, doch weniger gefährliche Zerstörungen wie der Hausschwamm (§ 75) hervor.

Als nächster Verwandter schließt sich dann P. borealis Fr. an, dessen vergängliche, im lebenden Zustande schwammige und sehr wasserreiche, weiße, meist polster- und konsolenartig zu mehreren übereinanderwachsende, oberseits buckelige und zottig behaarte Fruchtkörper bis 7 cm Breite und 5 cm Dicke erreichen. Die ungleichen, buchtigen und gebogenen, zerschlitzten Porenkanäle ihres Hymeniums sind weiß. Im Alter trocknen die Hüte korkig aus und werden schmutzig gelbweiß. Das Mycelium des an der Fichte (nach anderen Angaben auch an der Tanne) vorkommenden Pilzes erzeugt nach R. Hartig[130]) eine im Harze, in den Alpen und bei München beobachtete eigenartige Weißfäule. Das Holz wird bräunlichgelb und erhält zunächst im Frühjahrsholze eines jeden Jahresringes in senkrechten Abständen von 1—1½ mm übereinander horizontal verlaufende, von dem weißen Pilzmycelium erfüllte schmale Lücken, die sich allmählich bis zur Außengrenze des Jahresringes verlängern, ohne daselbst oder doch nur zufällig auf die Lücken des anliegenden Holzringes zu stoßen. Das leichter und mürbe werdende Holz zeigt diese Struktur noch im letzten Stadium der Zersetzung. Sie hängt mit der Eigentümlichkeit des Mycels zusammen, vorwiegend in den Markstrahlen zu vegetieren und auch beim Ergreifen der benachbarten Holzzellen die Wandungen derselben nur in horizontaler Richtung zu durchwachsen. Weshalb dabei zwischen den einzelnen Lücken bestimmte Abstände eingehalten werden, ist zur Zeit unerklärt. Die Auflösung der Zellwände erfolgt schichtenweise und unter Umwandlung in Cellulose von der Zellhöhlung aus. Wo das myceldurchwucherte Holz freigelegt wird, ohne auszutrocknen, wächst das Mycelium zu weißen Häuten an die Oberfläche hervor.

§ 70. Eine folgende, aus P. betulinus, dryadeus, officinalis u. a. gebildete Artengruppe der Untergattung Apus ist von voriger dadurch verschieden, daß die anfänglich etwas fleischigen Fruchtkörper resp. Hüte später korkig erhärten und auf ihrer Oberseite eine dünne Rinde ausbilden, sowie daß die zarten und engen Poren des Hymeniums durch starke Verengerung im Alter fast verschwinden.

P. dryadeus Fr., der Eichen-Löcherpilz, lebt an Eichenstämmen. Die vergänglichen aber das ganze Jahr zu findenden polster- bis meist hufförmigen, dicken und bis ⅓ m breiten, rostfarbigen, im inneren schwach gezonten Hüte sind mit dünner weicher, rauher, später aber glatter und kahler Rinde versehen und die sehr langen, runden, zarten Porenkanäle des Hymeniums besitzen später rostfarbene Mündungen. Das Mycelium verursacht nach R. Hartig[131]) eine Zersetzung des Eichenholzes, die von den Aesten ausgeht, zunächst eine Braunfärbung und dann das Auftreten teils gelblicher, teils rein weißer Flecke und Strichelchen zur Folge hat. In der Regel überwiegen die weißen Flecke, in denen die Holzelemente durch Auflösung der Mittellamellen ihrer Cellulosereaktion erhaltenden Zellwände isoliert werden und die später durch völlige Auflösung des Holzes in von weißen asbestartigen Fasern ausgekleidete Höhlungen sich umwandeln. In den gelben Flecken werden die Zellwände von innen her gelöst, wobei sie verholzt bleiben und erst die letzten zarten Reste Cellulosereaktion zeigen. An Stellen, wo Luft und atmosphärische Feuchtigkeit reichlich Zutritt haben und sich infolge dessen später die Fruchtkörper entwickeln, wird das Holz großenteils oder (je näher den Hüten) ganz von einem zimmtbraunen Mycelfilz verdrängt.

P. betulinus Fr., der Birken-Löcherpilz[132]), erscheint an den Stämmen der Birken im Sommer und Herbste mit bis 15 cm breiten halbkreisrunden, huf- oder nierenförmigen und am Anheftungspunkte sehr kurz stielartig verschmälerten, stumpfrandigen, ungezonten im inneren weißen Hüten, welche oberseits eine abziehbare kahle, anfänglich weiße, später blaß rötlichbraune bis bräunliche Haut ausbilden und deren kurze und engröhrige weiße Hymenialschicht im Alter vom Hute ablösbar ist. Wo der Angriff des die Zellwände durchbohrenden Myceliums auf das Holz beginnt, tritt in den Tracheïden und Gefäßen eine farblose oder schwach gelbliche, zumeist aus Harz, Gummi und Gerbstoff bestehende Flüssigkeit in Tropfen und kurzen Säulen auf, welche auch die Zellwandungen imprägniert und sich bei fortschreitender Zersetzung bräunt. Die in Cellulose sich umwandelnden inneren Zellwandschichten werden von der Zellhöhlung und den Mycelbohrlöchern aus gelöst, die Mittellamellen bleiben erhalten, das Holz ist so brüchig geworden, daß es sich zwischen den Fingern zum feinsten Mehl zerreiben läßt. In der Rinde und im Baste zerstört das Mycelium die Zellgewebe (selbst die Steinzellen) in gleichem

130) R. Hartig, Zersetzungserscheinungen d. Holzes S. 54, Taf. 10; Lehrb. d. Baumkrankh. S. 84, Taf. 5.

131) R. Hartig, Zersetzungserscheinungen d. Holzes S. 124, Taf. 17; Lehrb. d. Baumkrankh. S. 89, Taf. 3, Fig. 3.

132) Mayr, Zwei Parasiten d. Birke; Botanisches Centralblatt XIX. 22, Taf. 1.

Schritte und in ähnlicher Weise. Die angegriffenen Stellen werden hier zwar durch Wundkork abgegrenzt, doch findet vom Holzkörper aus stets wieder Infektion der gesunden Rindenpartien statt.

Die Fruchtkörper der dritten obengenannten Art, des Lärchenschwammes, P. officinalis Fr., sind dick-hufförmig und meist zu mehreren verwachsen, bis kopfdick, fleischig-korkig, kahl, mit harter, rissiger, gelblichweißer, gelb und braun gezonter und konzentrisch gefurchter Rinde und kurzen, feinen, gelblichen Poren. Der anfangs süß, nachher intensiv bitter schmeckende Hut enthält einen harzartigen, purgierenden Bestandteil, ist arzneilich und wird daher in der Schweiz, Frankreich, ganz besonders aber in Rußland gesammelt. Er soll nur an kranken Stämmen der Lärche vorkommen, dürfte daher möglicherweise als der letzteren schädlicher Parasit ähnlich seinen Gattungsverwandten zu betrachten sein.

§ 71. Eine dritte Artengruppe der Untergattung Apus wird durch Polyporus annosus Fr. (Trametes radiciperda R. Hartig), den Wurzel-Löcherpilz der Nadelhölzer, repräsentiert [133]). Seine an den Wurzeln und am untersten Stammteile nahe der Bodenfläche hervorbrechenden Fruchtkörper sind von Anfang an saftlos und derb. Sie nehmen infolge räumlicher Beschränkung durch Erdteile, Wurzeln und Nadeln, von denen sie an ihrer sterilen Oberfläche vielfach durchwachsen zu sein pflegen, sowie infolge der Verwachsung untereinander sehr verschiedene Form an. Meist sind sie krustenförmig bis manchmal auf 40 cm Breite der Rindenoberfläche angeschmiegt, dabei selten über 5 mm dick, und tragen dann ihre Röhrenschicht auf der ganzen freien Fläche. In anderen Fällen biegt sich der Rand vom Substrate frei ab und dann nimmt der Fruchtkörper nicht selten auch Konsolenform an. Seine sterile Oberseite ist (soweit überhaupt frei) chokoladenbraun, weiß gerandet, konzentrisch gezont und runzelig-höckerig, in der Jugend seidenartig glänzend, im Alter mit einer kahlen, glänzenden, zuletzt schwarz werdenden Kruste überzogen; das Innere ist weiß, das blaß holzfarbige, nicht geschichtete Hymenialgewebe zeigt rundliche oder ungleiche Poren. Nach R. Hartig, der auch gewisse Unregelmäßigkeiten in der Ausbildung der Fruchtkörper beschreibt, dürften letztere kaum mehr als 5 Jahre alt werden. Nach demselben Autor würde der Pilz strenge genommen auch zu Trametes zu ziehen sein (vgl. § 67).

Als gefährlichster Feind der Nadelhölzer, in erster Linie der Fichte, Kiefer und Weymouthskiefer, vereinzelt allerdings auch an Laubhölzern, aber dann vielleicht oft nur als Saprophyt auftretend, erscheint der Parasit in Beständen jeden Alters. Von den unterirdischen, vorzugsweise da entstehenden Fruchtkörpern, wo Mäusegänge die kranken Wurzeln streifen, in der Regel wohl von Mäusen verschleppt oder durch Bodenwasser verschwemmt, gelangen die Sporen auf oder in die Nähe anderer Wurzeln, wo sie in feuchtwarmer Luft leicht keimen und das Mycelium durch Rindenrisse in das lebende Wurzelgewebe eindringt. Teile des Mycels treten dann weiter in den Holzkörper über, in dem sich alsbald seine Fermentwirkungen geltend machen. Bei der Fichte wird das Holz unter Tödtung und Bräunung des lebenden Inhaltes der Parenchymzellen violett gefärbt, dann wird es mit dem Verluste des Zellinhaltes hell-gelblichweiß, zuletzt bräunlichgelb oder selbst hellbraun, wobei zahlreiche kleine schwarze Fleckchen auftreten. Letztere verschwinden zum größten Teil wieder, nachdem sie sich mit einer weißen faserigen Zone umgeben haben. Die so entstehenden weißen Flecken vergrößern sich, fließen oft zusammen und das Holz wird nach und nach unter Bildung zahlreicher Löcher zerfasert, leicht, schwammartig und wasserreich. Hand in Hand mit diesen äußeren Symptomen und als Ursache derselben erfolgt eine von innen nach außen fortschreitende Umwandlung der Holzzellwände in Cellulose, bis zuletzt auch die zarten Skelette der Mittellamellen verschwinden. Wo größere Mycelnester entstehen, vollzieht sich der Umwandlungsprozeß der Zellwände oft sehr rasch bis auf mehrere Millimeter Entfernung; in den farblos werdenden Holzpartien werden dann zuerst die Mittel-

133) R. Hartig, Wichtige Krankheiten d. Waldbäume S. 62 u. 125, Taf. 3, Fig. 20—29; Zersetzungserscheinungen d. Holzes S. 14, Taf. 1—4; Lehrb. d. Baumkrankh. S. 76, Fig. 32—34. Rostrup, an dem Note 52 citierten Orte, mir nur im Ref. bekannt.

lamellen gelöst, die Holzzellen dadurch isoliert, so daß sie sich mit Leichtigkeit wie Asbestfäden auseinanderfasern lassen, bis auch diese Stellen zu größeren Löchern gelöst werden. Von der Infektionsstelle aus geht dieser ganze Zersetzungsprozeß rasch gegen den Stamm aufwärts und bei der Fichte noch bis 8 m hoch und mehr in den Stamm hinein, so daß auch dieser rotfaul wird. Auch im Rindengewebe und unter Tödtung desselben wandert das Mycelium, wiewohl langsamer; zwischen Holz und Rinde entwickelt es sich höchstens als ein äußerst zarter schimmelartiger Anflug. Von der Stammbasis aus kann das Mycelium ferner abwärts wachsend die bis dahin etwa noch gesunden Wurzeln anstecken und auch diese tödten. Das Endresultat besteht darin, daß nach Tödtung der Wurzeln oder nach Umgreifung des ganzen Stammes seitens des aufwärts wandernden Mycels der Baum unter Vertrocknung stirbt. Wie rasch dies geschieht, hängt von der Lage der Infektionsstelle (ob der Stammbasis nahe oder nicht), von der Schnelligkeit des Mycelwachstums ab ꝛc. Mehr als 2—3 Jahre scheinen (nach Hartig) zwischen sichtlichem Erkranken und dem Vertrocknen nicht zu vergehen.

Bei der Weymouthskiefer unterscheidet sich der Verlauf der Krankheit nur dadurch, daß das Holz zuerst fleischrot gefärbt wird und keine schwarzen Flecke erhält, bei der Kiefer, daß das Mycel im Holzkörper nur bis in die Stammbasis vordringt und ein großer Teil des Wurzelstockes vollständig verkient.

Wo die Fruchtkörper angelegt werden, wächst das Mycelium in Gestalt verästelter Häute, die kaum die Stärke feinsten Seidenpapieres erreichen, zwischen die abgestorbenen Borkeschüppchen und dann aus den Rindenrissen hervor, hier zu kleinen gelblichweißen Polstern oder Kugeln, den Anfängen der Fruchtkörper, anschwellend.

Außer durch die oben genannte Verbreitung durch Sporen kann eine Ansteckung gesunder Bäume auch dadurch erfolgen, daß vermittelst der nicht seltenen Wurzelverwachsungen oder auch nur infolge inniger Berührung einer kranken mit einer gesunden Wurzel das zwischen den Rindenrissen vortretende Mycel von ersterer in letztere hinüberwächst, wie dies durch von Hartig ausgeführte Versuche dargethan wurde. Durch diese unterirdische Verbreitung des Mycels von Baum zu Baum ist es auch leicht erklärlich, weshalb von einem Infektionsherde aus die Krankheit alljährlich zentrifugal um sich greift und so als eine der gefährlichsten Formen der Rotfäule die entstehenden Blößen stetig vergrößert. Daraus ergibt sich ferner, daß neben Entfernung der kranken oder getödteten Pflanzen ein Absperren des Krankheitsherdes durch Gräben, die genügend weit in das noch gesunde Wurzelgebiet des umgebenden Bestandes verlegt werden, dem Umsichgreifen der Erkrankung eine Schranke setzt, falls dabei alle erkrankten oder todten Wurzeln durchhauen oder wohl besser noch und zugleich auch mit aufgefundenen Fruchtkörpern, durch Feuer vernichtet werden. Eine im gleichen Sinne vorgenommene Bodensäuberung des ganzen Platzes dürfte die Gefahr weiterer Ansteckungen noch mehr herabsetzen. Daß auf nicht sorgfältig gerodeten derartigen Plätzen der Wiederanbau von Nadelholz nicht oder nur mit großer Vorsicht geschehen darf, versteht sich wohl von selbst.

§ 72. Drei weitere, unter sich nächstverwandte Arten der Abteilung Apus, P. fomentarius, igniarus und fulvus, zeichnen sich gemeinsam durch die meist mächtigen, huf- oder konsolenartigen, seitlich mit breiter Basis den Stämmen ansitzenden Hüte aus, welche von anfang an trocken, auf der Oberfläche von einer derben, holzigen bis hornartigen Rinde bedeckt, innen mehr oder weniger flockig-zunderartig sind. Da sie unter periodischem Wachstum viele Jahre ausdauern, zeigen sie zugleich mehr oder weniger ausgeprägt die im § 60 erwähnte Oberflächenbeschaffenheit und Hymenialstruktur.

Von den genannten Arten ist Polyporus igniarius Fr., der falsche Feuer- oder Zunderschwamm (Weidenschwamm) an den verschiedensten Laubbäumen, namentlich Weiden und Obstgehölzen, der gemeinste Schmarotzer. Seine das ganze Jahr hindurch zu beobachtenden Fruchtträger erscheinen zunächst als höckerförmige bis halbkugelige Polster, behalten diese Form, sich weiter ausbreitend, manchmal auch wohl bei, wachsen aber gewöhnlich zu hufförmigen, bis 30 cm breiten und 15 cm dicken, am Rande stumpf abgerundeten Hüten heran,

die oberseits in der Jugend mit zartem, flockigem, grauem Ueberzuge, im Alter mit harter, rauher, gezonter und oft rissiger, rostbrauner bis zuletzt schwarzbrauner Rinde bedeckt, innen rostbraun, sehr hart und gezont sind. Ihre sehr engen und langen, deutlich geschichteten Porenkanäle sind jung grau, im Alter zimmtbraun. Die Infektion des Baumes seitens des Parasiten erfolgt nach R. Hartig [134]) an Ast- und Rindenwunden, von denen aus sich das Mycelium rasch im Holzkörper verbreitet. Die von ihm bewirkte, von R. Hartig besonders an der Eiche studierte Zersetzung macht sich durch eine anfänglich tiefbraune Färbung bemerkbar, die später in ein helles gelbweiß, die häufigste Art der Weißfäule der Eiche, übergeht, wobei zugleich das Holz leichter und weicher wird. Die Zerstörung der von dem zuletzt äußerst zarten Mycelium ganz erfüllten Holzelemente geschieht von den Zellhöhlungen aus unter allmählicher Umwandlung der Wandschichten in Cellulose und Lösung, wobei sich die Mittellamelle lange Zeit als ein zartes Skelett erhält, schließlich aber auch in Cellulose übergeführt und gelöst wird. Der ganze Prozeß hat viele Aehnlichkeit mit dem von P. dryadeus verursachten (§ 70) und beide Pilze treten bisweilen gleichzeitig zerstörend an der Eiche auf [135]).

Von dem falschen unterscheidet sich der echte Feuer- oder Zunderschwamm, P. fomentarius Fr., der außer an anderen Laubhölzern ganz vorzüglich an Buchen vorkommt (Buchenschwamm), durch den zuerst rauchgrauen, dann aschgrauen, innen rostfarbig-gelbbraunen und zugleich weichen, flockigen, mitunter bis 1,3 m Durchmesser erreichenden Hut mit deutlich geschichteten, anfänglich grauweiß bereiften, später rostfarbenen Porenkanälen. Die Verwendung der flockigen inneren Hutsubstanz zur Bereitung des Zunders oder Feuerschwammes ist bekannt. Nach Rostrup [136]) ist der Pilz ein echter Parasit, der ganz gesunde Buchen angreift, das Kernholz weißfaul macht, so daß der Baum schließlich nur noch durch die äußersten Jahresringe lebt. Selbst diese werden noch strahlenförmig von vertikalen Lamellen verfaulten Holzes durchsetzt, die sich bis zur Rinde erstrecken, das Cambium zerstören, und äußerlich sich als charakteristische Längsfurchen der Oberfläche zeigen.

Die dritte Art, P. fulvus Fr., ist zwar nach den herrschenden Angaben an Laubbäumen heimisch, tritt aber nach R. Hartig [137]) auch an Weißtannen und besonders häufig in Verbindung mit dem Weißtannenkrebse (§ 53) auf, dessen von Rinde entblößte Beulen ihm bequeme Angriffspunkte bieten mögen. Sein Mycelium erzeugt eine Art Weißfäule. Dasselbe ist anfänglich sehr kräftig, gelblich, mit zahlreichen kurzen, darmartig verschlungenen Zweigen versehen, welche mit Vorliebe die Hohlräume der Tracheïdentüpfel ausfüllen, und anderen äußerst zarten Aesten, welche die Zellwandungen durchbohren. Später wird es farblos und einfach-ästig. Bei der Zerstörung der Holzelemente werden zuerst die Tüpfelwandungen mehr oder weniger zerfressen, die Mycelbohrlöcher in den Wänden erweitert, dann in höheren Zersetzungsstadien die Mittellamellen gelöst und dadurch die bis dahin auch schon in den Innenwandungen sehr verdünnten Zellen eine Zeit lang bis zur völligen Auflösung isoliert. Das so angegriffene, an Kohlenstoff ärmer werdende Holz erscheint gelblich, auf glatten Schnitten mit länglichen, hellen Flecken versehen und gegen das noch gesunde Holz durch schmale, dunkelere, von dem gelben Mycel verursachte Linien abgegrenzt. Auf dem leicht in das Rindengewebe eindringenden und gleichmäßig hervorwachsenden Mycel erscheinen die Fruchtkörper als zuletzt 18 cm und mehr breite und dicke, hufartige bis halbkugelige, beiderseits konvexe, im inneren holzig-korkige Hüte mit glatter oder nur etwas unregelmäßig gebuckelter, sehr harter, anfangs behaarter oder zottiger gelbbrauner, später grauer Rinde der Oberseite und nicht deutlich geschichteten zimmtbraunen, anfänglich graugelblich bereiften Röhren.

§ 73. Aus der bereits im § 67 charakterisierten Untergattung Merisma ist P. sulphureus Fr. ein häufiger Parasit an alten Stämmen verschiedener Laubbäume, besonders Eichen, dann Weiden, Pappeln, Kirsch- und Birnbäumen ꝛc. Auch an der Lärche hat R. Hartig ihn beobachtet. Seine dachziegelig übereinander stehenden, meist ohne Stiel angewachsenen und am Grunde untereinander verwachsenen und bis 60 und mehr cm große Gruppen bildenden, sehr verschieden gestalteten halbierten, oft welligen Hüte sind käseartig weich, anfangs saftig, später trocken, oberseits hell rotgelb, unterseits mit schwefelgelber, kleinporiger Röhrenschicht versehen, innen zuerst gelblich, dann weiß. Nach R. Hartig [138]) erfolgt die Infektion der Bäume an Astwunden, von denen aus das Mycelium rasch in den Holzkörper vordringt. Das angegriffene Holz wird bei der Eiche zuerst fleischrot, dann hell rotbraun gefärbt und erhält infolge Volumenverminderung zahlreiche radiale und konzentrische, einander schneidende Risse und Spalten, die von dem hineinwachsenden Mycel in Form mächtiger weißer Häute von nicht selten 3—6 mm Dicke und lederartiger Konsistenz ausgefüllt werden. Auch anderweitig schon vorhandene größere Höhlungen füllen sich mit weißer Pilzmasse und die Gefäße sind mit Mycelium so

134) R. Hartig, Zersetzungserscheinungen d. Holzes S. 114, Taf. 15 u. 16; Lehrb. d. Baumkrankh. S. 88, Taf. 3, Fig. 6.

135) R. Hartig a. a. O. S. 120, Taf. 15, Fig. 4 u. Taf. 16, Fig. 6.

136) Note 52; mir nur im Ref. bekannt.

137) R. Hartig, Zersetzungserscheinungen des Holzes S. 40, Taf. 7; Lehrb. der Baumkrankh. S. 83, Taf. 6.

138) R. Hartig, Zersetzungserscheinungen d. Holzes S. 109, Taf. 14; Lehrb. d. Baumkrankh. S. 87, Taf. 7.

vollgepfropft, daß sie auf Querschnitten des Holzes als weiße Punkte erscheinen, während in den übrigen Holzelementen nur vereinzelte Hyphen zu finden sind. Die gebräunten Holzzellwandungen werden sehr kohlenstoffreich, schrumpfen stark zusammen, zeigen aber bei Quellung (mit verdünnter Kalilauge) in den Innenschichten spiralig verlaufende Spalten. Das Holz läßt sich schließlich wie mürber Torf zerbrechen und zwischen den Fingern zu einem feinen gelben Mehl zerreiben.

Zwei Speisepilze derselben Untergattung sind: P. umbellatus Fr. (Eichhase, Haselschwamm), dessen im Herbste in Laubwäldern an faulen Stöcken und auf dem Boden wachsende derbfleischige, große, dichte, bis 4 cm hohe Rasen bildende Fruchtkörper auf einem am Grunde 5—10 cm dicken Hauptstiele zahlreiche büschel- bis doldenförmig verzweigte, zuletzt 1,3—2,5 cm lange und ca. 4 mm dicke weißliche Stiele und auf jedem derselben einen 1,3 bis 4 cm breiten kreisrunden, genabelten, meist dunkel- bis blaßbraungelben Hut tragen; ferner der an ähnlichen Orten, vorzüglich alten Eichenstämmen wachsende, bis 5 cm hohe Rasen bildende P. frondosus Fr. (Klapperschwamm), dessen 2,5—5 cm breite geschweifte oder gelappte, runzelige, graubraune, unterseits weiße Hüte bis zu 50 und mehr dachziegelig übereinander auf kurzen, seitlich verwachsenen, weißen Stielen sitzen.

Aus der Untergattung Mesopus (§ 67) ist dann der wohlschmeckende P. ovinus Fr. (Schafeuter) zu nennen, dessen im Herbste in (besonders sandigen) Nadelwäldern in Gruppen von 5—20 auf dem Boden wachsende Fruchtkörper auf bis 5 cm hohem und 1—4 cm dickem, weißem Stiele einen 2½—16 cm breiten fleischigen, mehr oder weniger konvexen und unregelmäßig buchtigen, glatten, später rissig-schuppigen Hut mit zuerst weißen, dann gelblichen Röhren tragen.

§ 74. Die sich an Polyporus eng anschließende Gattung Trametes Fr. ist nach der Auffassung von Fries, wie schon im § 67 hervorgehoben wurde, nur dadurch verschieden, daß das Hyphengewebe zwischen den Hymenialröhren (die Trama) der übrigen Hutsubstanz in Farbe und Konsistenz gleicht, so daß sich die Röhren nicht als besondere Schicht abgrenzen, sondern gewissermaßen der sterilen Hutsubstanz eingesenkt erscheinen. Die Notwendigkeit einer kritischen Untersuchung dieses Merkmales innerhalb des Gesamtformenkreises beider Gattungen (§ 67), sowie nach demselben allein geurteilt die Zugehörigkeit u. a. des Polyporus annosus (Trametes radiciperda R. Hartig) zu Trametes, wurde gleichfalls bemerkt. Von den nur wenigen Arten, welche jetzt die Gattung bilden, ist

T. Pini Fr. (Polyporus Pini Pers., der Kiefernbaumschwamm) als Erzeuger der Rotfäule (Rinden-, Ring- oder Kernschäle) der Kiefer ein verbreiteter und gefährlicher Parasit, der übrigens demnächst am häufigsten auch an der Lärche, weniger an der Fichte, am seltensten an der Weißtanne auftritt[189]). Die Ansteckung durch die Sporen findet auf den von Terpentin nicht überzogenen Kernholzpartien frischer Astbruchstellen und daher nur bei älteren (nach R. Hartig selten bei unter 40 Jahre alten) Bäumen statt, und das Mycelium dringt von hier aus im Stamme sowohl auf- als abwärts vor, in horizontaler Richtung gewöhnlich mit größerer Geschwindigkeit innerhalb desselben Jahresringes oder einer Anzahl solcher, so daß in diesem Falle die Zersetzung als Ringschäle auftritt. Das angegriffene Holz färbt sich zunächst rotbraun; dann treten vom Mycel ausgekleidete weiße Flecken und Löcher auf, welche sich in vertikaler Richtung vergrößern und (zumal bei der Kiefer) lange Zeit gerne im Frühjahrsholze bleiben, so daß die harzreichen Herbstholzzonen erst viel später zerstört werden. Auch wo größere Spalten und Hohlräume im Holze sich bilden, werden diese von dem Mycelium in Form zarter lockerer oder festerer zunderartiger Häute und Lappen oder größerer solider Massen erfüllt, die dort, wo sie dem direkten Einflusse der Luft zugänglicher werden, rostbraune Färbung erhalten. Solche mycelerfüllte Höhlungen finden sich nicht selten unter den Ansatzstellen der Fruchtkörper sowie da, wo ein eingewachsener Ast durch das Mycelium völlig zerstört wurde. Eine bei der Kiefer auf der Grenze zwischen dem zerstörten Holze und dem Splinte sich bildende harzreiche Zone verhindert hier das Vorrücken des Mycels in

---

189) R. Hartig, Wichtige Krankheiten d. Waldbäume S. 43, Taf. 3, Fig. 1—19; Zersetzungserscheinungen d. Holzes S. 32, Taf. 5 u. 6; Lehrb. d. Baumkrankh. S. 80, Fig. 35, 36 u. Taf. 8, Fig. 2.

die Rinde, während letzteres bei Fichte und Tanne leicht stattfindet. Mikroskopisch zeigt sich die Fermentwirkung auf die einzelnen Holzelemente in der Weise, daß von den zuerst zerstörten und die erste Veranlassung zur Entstehung der Löcher gebenden Markstrahlen aus die benachbarten Tracheïden angegriffen werden. An diesen Stellen werden durch Extrahierung des Holzstoffes die Holzzellwände in Cellulose übergeführt, die Mittellamellen unter Isolierung der Zellen gelöst und dann die Wände von außen nach innen weiter zerstört, so daß die innerste zarte und feine Körnelung erhaltende Wandschicht jeder Zelle bis zuletzt bleibt. Außerhalb der weißen Flecken dagegen trennen sich die Mittellamellen von den angrenzenden Wandschichten und diese werden ohne vorherige Umwandlung in Cellulose gelöst, so daß kurze Zeit von den Zellwänden nur Mittellamellen und Innenschicht zurückbleiben, die vor ihrer Auflösung dann in Cellulose übergeführt werden.

Wo Aststumpfen den Splint durchsetzen, nach Hartig bei Fichten und Tannen auch direkt aus Rindenrissen, werden von dem bis dahin reich entwickelten Mycelium die unter günstigen Verhältnissen ein Alter von bis 50 Jahren erreichenden korkig-holzigen Fruchtkörper entwickelt, die in allen Formen von Krusten bis gut ausgebildeten Konsolen auftreten. Im ersteren Falle bedeckt die Röhrenschicht die ganze freie Oberfläche mit Ausnahme des wulstigen Randes; im letzteren erscheint der bis 16 cm breite und 10 cm dicke Hut auf der Oberseite konzentrisch gefurcht, rostfarbig- bis schmutzigbraun, im Alter schwärzlich und rissig-rauh, im Innern braungelb, während die großen rundlichen oder länglichen Poren der Röhrenschicht eine rötlichgelbe Färbung zeigen. Werden die Fruchtkörper weggebrochen, so entstehen an ihrer Stelle bald und oft mehrere neue, wie dies auch bei anderen Pilzen sehr häufig der Fall ist. Daher schützt auch die Beseitigung der Hüte allein nicht gegen die Verbreitung der Krankheit, sondern nur die völlige Entfernung der Schwammbäume, die, falls die Erkrankung des Stammes in der Längsrichtung noch nicht weit vorgeschritten ist, immer noch gute Nutzenden liefern können, selbst wenn bereits Fruchtkörper hervorgebrochen waren.

§ 75. Von Trametes durch die parallel der Hutfläche verlängerten und ziemlich weiten, buchtigen und oft gewundenen, daher labyrinthartigen und durch entsprechende Lamellen getrennten Röhren der korkig-lederigen, dauerhaften, meist konsolenartigen Hüte verschieden ist die Gattung Daedalea Pers. (Wirrschwamm), aus welcher die bis 30 cm breiten und 2½—5 cm dicken blaß holzfarbenen Fruchtkörper der D. quercina Pers. an alten Stämmen und Stöcken besonders von Eichen häufig anzutreffen sind.

Merulius Hall. (Ader- oder Faltenschwamm) ist durch seine dem Substrate krusten- oder hautförmig aufgewachsenen, unregelmäßig oft weit ausgebreiteten, schwammig-fleischigen oder papierartigen, wolligen oder knorpelig-gallertartigen Fruchtkörper ausgezeichnet, deren wachsartig weiches Hymenium auf der freien Oberfläche mit Ausnahme des Randes niedrige, stumpfe, unter einander netzig verbundene Falten überzieht. Von den 14 deutschen, faules Holz bewohnenden Arten ist M. lacrymans Schum. der als Haus- oder Thränenschwamm sehr gefürchtete Zerstörer der Balken und Dielen besonders in feuchten Wohnungen [140]). Das Mycel dieses zur Zeit nur als heimatlose Kulturpflanze bekannten, im Walde nicht anzutreffenden, lebende Bäume nicht infizierenden Pilzes durchwächst das Holz in Gestalt farbloser feiner und dickerer, reich verzweigter, die Zellwände durchbohrender Hyphen, welche die organische Substanz der Holzzellwände unter dem Einflusse eines ausgeschiedenen, die Wandungen durchdringenden Fermentes auf große Entfernungen, die Aschenbestandteile nur im unmittelbaren Kontakt zu lösen vermögen. Aus dem Holze herauswachsend, verbreitet es sich auf der Oberfläche desselben in Ritzen, unter Dielen, hinter Holzbekleidungen der Wände, Thür- und Fensterbekleidungen allseitig als ein zunächst kaum sichtbares spinnwebartiges, silberweißes oder zart rötliches Gespinnst oder als eine äußerst zarte Mycelhaut, in der aber bald feine, sich vielfach strauchig verästelnde Stränge bemerkbar sind, die später dicker und blätterig wird und aschgraue Färbung mit gelb gemischt annimmt, die von rückwärts ernährt auf weite Strecken und selbst durch Mauerritzen wandert und in sehr feuchten Räumen Tropfen (Thränen) einer wasserhellen oder gelblichen Flüssigkeit ausscheidet. Feuchte, stagnierende Luft ist der Entwickelung am gün-

140) R. Hartig, Die Zerstörungen des Bauholzes durch Pilze, I. Der ächte Hausschwamm. Berlin 1885, mit 2 Taf.; desgl Lehrb. d. Baumkrankh. S. 96. Göppert, Der Hausschwamm, seine Entwickelung u. seine Bekämpfung; nach des Verf. Tode herausgegeben und vermehrt von Poleck. Breslau 1885, mit Holzschn. u. 4 Taf.

stigsten. Abschluß des Lichtes ist nicht notwendig; für die Entstehung der Fruchtkörper ist sogar eine wenn auch nur geringe Lichtwirkung erforderlich. Die Fruchtkörper bilden sich daher dort, wo das Mycelium zwischen den Fugen von Dielen, Täfelungen u. s. w. frei in die Hausräume vortritt. Hier entstehen dann stärkere, oft mehrere Fuß breite, häufig aus mehreren kleinern verschmolzene, gleichfalls „thränende" Häute von schwammig-fleischiger bis lederiger Konsistenz, welche auf ihrer Oberfläche bald kreidige Beschaffenheit annehmen, dann mit Ausnahme des weißbleibenden oder blaßrötlichen Randes rötliche, ockergelbe und zuletzt rostbraune bis braunviolette Färbung erhalten, während sich gleichzeitig die stumpfen, zu weiten, sehr ungleich großen und oft gewundenen flachen Maschen netzig verbundenen Falten des Hymeniums erheben, das später von den Sporen zimmtbraun bestäubt wird. Die eiförmigen, ungleichseitigen Sporen selbst sind intensiv gelbbraun gefärbt. Sie keimen, wie R. Hartig nachwies, nur bei Gegenwart von Ammoniaksalzen (resp. Urin) oder kohlensaurem Kali. Wie lange die Keimfähigkeit erhalten bleibt, ist mit Sicherheit nicht ermittelt.

Bezüglich des Verhaltens der verschiedenen und zu verschiedenen Zeiten gefällten Bauhölzer gegen den Angriff des Hausschwammes, sowie der gegen letzteren anzuwendenden Vorbeugungs- und Vertilgungsmaßregeln muß hier auf die in jeder Beziehung beachtenswerte Abhandlung Hartig's verwiesen werden.

§ 76. Die als letzte der Polyporeen zu erwähnende Gattung Boletus Dill. (Röhrenpilz) ist durch regelmäßige zentral gestielte, mehr oder weniger kreisrunde Hüte ausgezeichnet, welche auf der Unterseite das Hymenium tragen, dessen meist enge, porenförmige Röhren von einander und von der Hutsubstanz leicht trennbar sind. Sie enthält auf der Erde meist vereinzelt wachsende weich-fleischige oder schwammige, sehr vergängliche, gewöhnlich große Arten, von denen zahlreiche eßbar und vorzügliche Speisepilze, einige aber auch giftig oder verdächtig sind. Unter letzteren ist einer der giftigsten Pilze der in Laubwäldern und Baumgärten wachsende Satanspilz, B. satanas Lenz, mit 5—8 cm hohem und 5—10 cm dickem, eiförmig-bauchigem, blutrotem Stiele und bis 20 cm breitem, dickem, konvexem, weißlich-ledergelbem oder gelbbraunem, kahlem, etwas kleberigem Hute mit gelben, an der Mündung blutroten und später orangefarbenen, um den Stiel herum freien Röhren. Sein weißes oder gelbliches Fleisch wird auf dem Bruche zuerst rötlich, dann blau oder violett. Verdächtig ist der ihm nahestehende, in Wäldern nicht seltene Hexen- oder Saupilz, B. luridus Schaeff., der sich durch filzigen, umbra- oder olivengrünbraunen Hut und mennigroten, netz- oder punktförmig gezeichneten Stiel unterscheidet. Eine Abart mit dünnerem cylindrischem, nicht genetztem aber kleinschuppigem, innen rötlichem Stiele wird oft als B. erythropus Pers. unterschieden. Gleichfalls verdächtig ist der waldbewohnende ähnliche Dickfuß, B. pachypus Fr., mit etwas filzigem konvexem oder flachem, braunem, später blaß-ledergelbem Hute, dem netzigen, gelb und rot gescheckten oder intensiv blutroten Stiele angewachsener gelber, im Alter grünlicher Röhrenschicht und weißlichem, auf dem Bruche sich bläuendem Fleische.

Zu den besten Speisepilzen gehört der in den Wäldern nicht seltene B. edulis Bull., der Steinpilz (Herren- oder Edelpilz). Sein 5—16 cm hoher und 4—8 cm dicker, netzförmig gezeichneter weißer, im Alter blaß bräunlicher Stiel ist in der Jugend stark knollig, später verlängert und der im inneren unveränderlich weiße, fleischige, anfangs halbkugelige, später verflachte, kahle, heller oder dunkler kastanienbraune, bis 18 cm Durchmesser erreichende Hut zeigt seine in der Jugend weiße, im Alter gelbe oder grünliche Röhrenschicht um den Stiel herum frei. Ihm nächstverwandt und besonders in Böhmen häufig ist der schmackhafte Königspilz, B. regius Krombh., der sich durch purpur- oder blutroten Hut, goldgelbe Röhrenschicht, gelben netzigen Stiel und gelbes Fleisch unterscheidet. Von den übrigen eßbaren, zugleich durch nicht knolligen Stiel, kleberigen Hut und im Bruche unveränderliches Fleisch charakterisierten Arten sind dann noch als in Nadelwäldern nicht selten zu nennen: Der Schmeerling, B. granulatus L., mit 2½—5 cm hohem, gelblichweißem, oberwärts körnig- (zuletzt braun bis schwärzlich) punktiertem Stiele, 5-8 cm breitem stark konvexem bis fast halbkugeligem, braunem bis braungelbem Hute, gelben, gekörnelten Poren und gelblichem Fleische; — der Kuhpilz, B. bovinus L., mit 5—10 cm breitem, ziemlich flachem, bräunlichgelbem Hute, ihm fast gleichfarbigem glattem, 2½—8 cm hohem Stiele, weißem Fleische und anfangs gelben, dann rostfarbenen zusammengesetzten Röhren (kleineren Röhren innerhalb der großen); — endlich der Butter- oder Ringpilz, B. luteus L. (B. annulatus Pers.), von den vorhergehenden durch den weißen häutigen Ring verschieden, über welchem der 5-10 cm hohe, sonst weißliche Stiel gelblich und dabei bläulichweiß punktiert ist; sein bis 16 cm breiter, konvexer, bisweilen gebuckelter Hut ist braun, das Fleisch weißlich, die einfachen engen Röhren sind gelb.

5. Familie. Agaricini. Blätterschwämme.

§ 77. Die Mitglieder dieser in Europa mit ca. 1900 Arten vertretenen Familie sind dadurch ausgezeichnet, daß ihr Hymenium auf der Unterseite des meist gestielten und fleischigen, seltener trockenen oder lederigen Hutes strahlig gestellte faltenförmige oder dünn blattartige (messerklingenähnliche) Lamellen bekleidet, deren freier Rand als „Schneide",

deren am Hutrande befindliches Ende als vorderes, das dem Stiele zugekehrte als hinteres bezeichnet wird. Sämtliche Arten bildeten früher die Gattung Agaricus, die auch nach später erfolgter Abtrennung einer Anzahl kleiner Gattungen noch jetzt die umfangreichste (ca. 1200 europäische Arten) ist. Viele Arten sind eßbar, zum Teil sehr beliebt, einzelne sehr giftig oder verdächtig; von diesen sind die forstlich bemerkenswertesten in der folgenden der Kürze wegen und zugleich mit Rücksicht auf die neueren Gattungen gewählten Uebersicht kurz charakterisiert. Die bei der Bestimmung der Arten wichtige Farbe der Sporen stimmt nicht immer mit derjenigen der Lamellen überein; man erfährt sie am besten, wenn man einen abgeschnittenen reifen Hut mit der Unterseite auf ein Stück Papier legt, auf welches die Sporen gewöhnlich schon nach kurzer Zeit abgeworfen werden.

I. Fleischige, rasch vergängliche Pilze. Vgl. S. 394 unter II.

A. Lamellen dünn blattartig (messerklingenähnlich), mit scharfer Schneide, nicht zerfließend. Vgl. S. 394 unter B.

1. Die Lamellen lassen beim Zerbrechen keinen Milchsaft ausfließen. Hut ohne Hülle, oder wo solche vorhanden, doch nicht spinnewebartig, sondern aus Schuppen, Warzen oder Haaren gebildet. Lamellen mit dem Hute fest verwachsen. Vgl. S. 393 unter 2.

a. Agaricus L. Lamellen häutig, leicht spaltbar, mit dem Hute fest verwachsen.

α. Sporen und meist auch die Lamellen weiß.

0. Stiel mit Ring.

* Lamellen mit dem Stiele nicht zusammenhängend.

† Mit deutlich ausgebildeter Hülle, welche auf dem Scheitel zerreißt und am Rande der knollenförmigen Stielbasis mehr oder weniger sackartig stehen bleibt, während der Hut kahl ist oder nur einzelne breite Hautfetzen der Hülle trägt.

A. caesareus Scop., Kaiserling, Eierschwamm: Hut 8—16 cm breit, halbkugelig, später verflacht, meist orangefarbig oder rot, mit dicken weißen Warzen, gestreiftem Rande und gelbem Fleische; Stiel 10—16 cm hoch, innen flockig-markig, wie der Ring und die Lamellen gelb. Vorzüglicher Speisepilz in Wäldern des Südens, nordwärts bis Böhmen gehend.

A. phalloides Fr. (A. bulbosus Bull.), Knollenblätterpilz: Hut 2½ bis 10 cm breit, glockenförmig, später ausgebreitet, in der Farbe sehr veränderlich (weiß, grünlichweiß oder hellgrün, seltener gelblich oder bräunlich), kleberig, am Rande glatt; Lamellen, Ring und der bis 10 cm hohe, ziemlich kahle, zuletzt oben hohle Stiel weiß oder grünlichweiß. Sehr giftig. In Wäldern.

†† Mit deutlicher Hülle, welche am knolligen Stielgrunde als schuppiger Rand, auf dem Hute in Form vieler dicker Warzen erhalten bleibt.

A. muscarius L., Fliegenschwamm: Hut 8—30 cm breit, flach-konvex, später ausgebreitet, meist orange- bis feuerrot mit weißen Warzen; Stiel 8—25 cm hoch, innen flockig, später hohl, wie Lamellen und Ring weiß; Fleisch weiß, unter der Rinde des Hutes gelb. Sehr giftig. In lichten Wäldern.

A. pantherinus DC., Pantherschwamm: Hut 10—16 cm breit, olivenbraun bis bleigrau, mit kleinen weißen Warzen, am Rande gestreift; Stiel 10—16 cm hoch, zuletzt hohl, kahl, wie Ring und Lamellen weiß; Fleisch weiß. Sehr giftig. Wälder.

††† Mit in Schuppen und Warzen sich auflösender zerreiblicher, nicht am Rande der knolligen Stielbasis bleibender Hülle.

A. rubescens Fr., Grauer Fliegen- oder Perlenschwamm: Hut 5—14 cm breit, gewölbt, dann ausgebreitet, bräunlichrot oder fleischfarben bis ledergelb, mit ungleichen mehligen Warzen und rötlichem Fleische; Stiel 5—10 cm hoch, voll, weißlich oder fleischrot; Ring und Lamellen weiß. Verdächtig. In Wäldern.

†††† Hülle in Form von Schuppen mit der Huthaut fest verwachsen.

A. procerus Scop., Parasolschwamm: Hut 8—30 cm breit, zuerst eiförmig, dann flach ausgebreitet und in der Mitte gebuckelt, mit dicker, in dachziegelförmige Schuppen zerreißender Oberhaut; Schuppen braun auf weißlichem oder blaßbräunlichem Hutgrunde; Stiel bis 60 cm hoch, am Grunde knollig, hohl, von der Farbe des Hutes und mit angedrückten bräunlichen Schuppen; Ring beweglich; Lamellen weißlich oder gelblich bis fleischrot, oft dunkler gerandet. Eßbar. In lichten Wäldern, auf Brachäckern und Weiden.

** Lamellen mit dem Stiele zusammenhängend und mehr oder weniger herablaufend. Hülle fehlt.

A. melleus Vahl, Hallimasch: Hut bis 18 cm breit, ziemlich flach, in der Mitte gebuckelt und am Rande gestreift, meist honiggelb (auch dunkler, gelbbraun oder bräunlich), in der Mitte dunkler, mit braunen, haarigen Schüppchen besetzt; Stiel 5—20 cm hoch, innen schwammig voll, nach abwärts etwas verdickt, blaßbräunlichgelb, faserig, mit abstehendem, flockigem, weißlichem Ringe; Lamellen weißlich, später bräunlich. Eßbar. In Wäldern an Stämmen und Stöcken, aber auch als Parasit schädlich. Vgl. § 78.

00. Stiel ohne Ring. Hut zentral gestielt, ohne Hülle.

* Lamellen am hinteren Ende meist deutlich abgerundet, zwischen ihnen und dem fleischigen Stiele daher eine Bucht gebildet. Hut nicht kleberig, kahl, glatt, fleischig, weich, zerbrechlich.

A. graveolens Pers., Maischwamm, echter Musseron: Hut 2½—5 cm breit, erst halbkugelig, dann ausgebreitet, weißlich, gelblich oder grau, in braun oder gelbbraun übergehend, trocken rissig; Stiel 8—10 cm hoch, voll, faserig, weißlich; Lamellen weißlich, später grau. Eßbar. Von März bis Mai unter Gesträuch, auf Grasplätzen und Feldern.

A. gambosus Fr., Hufblätterschwamm (A. pomonae Lenz, Pomonaschwamm): Hut bis 16 cm breit, flach gewölbt und am Rande eingerollt, weiß- bis ledergelb, später rissig; Stiel 8—10 cm hoch, voll, weißlich; Lamellen weißlich oder gelblich. Eßbar. Von März bis Mai meist gesellig auf Wiesen und Grasplätzen.

** Lamellen am hinteren Ende zugespitzt und herablaufend; Stiel außen faserig, innen markig. Hut mit festem, wässerigem Fleische.

A. odorus Bull. (A. anisatus Pers.), Anisschwamm: Hut 2½—8 cm breit, ziemlich flach, etwas geschweift und oft gebuckelt, kahl, glatt, schmutzig grünlich; Stiel 5—6 cm lang, elastisch, nach unten verdickt, blaß gelblichweiß; Lamellen weißlich. Eßbar, nach Anis riechend. Wälder.

000. Stiel ohne Ring, exzentrisch.

A. ostreatus Jacq., Drehling, Austernpilz, Buchenpilz: Hut auf kurzem, dickem, zuweilen fast fehlendem, vollem, weißem Stiele aufsteigend, 2½—16 cm breit, muschelförmig bis fast halbiert, mit umgerolltem Rande, schwärzlich- oder olivenbraun bis aschgrau, bisweilen auch gelblich; Lamellen weit herablaufend, weiß. Eßbar. An alten Laubbäumen und Stöcken in dichten Rasen übereinander wachsend.

β. Sporen rosenrot; Hülle und Ring fehlen; Stiel fleischig-faserig; Lamellen am hinteren Ende zugespitzt und am Stiele mehr oder weniger herablaufend. Hut mit anfangs eingekrümmtem Rande.

A. prunulus Scop., Pflaumenblätterschwamm, falscher Musseron: Hut 3—11 cm breit, anfangs gewölbt, später unregelmäßig geschweift, weiß oder weißgrau, bereift; Stiel 3—10 cm hoch, bauchig, weiß oder gelblich; Lamellen zuerst weiß, dann fleischrot, ziemlich entfernt stehend; Geruch mehlartig. Eßbar. Wälder.

γ. Sporen rost- oder lehmbraun.

0. Stiel mit Ring.

A. mutabilis Schaeff., Stockschwamm: Hut 2½—5 cm breit, erst gewölbt, dann ausgebreitet, oft genabelt, glatt und kahl, zimmtbraun, später lederfarben; Stiel 2½—8 cm hoch, später hohl, schuppig, oberhalb des braunen Ringes blaß, sonst braun; Lamellen herablaufend, reif zimmtbraun. Eßbar. Einzeln oder rasenweise meist an alten Laubholzstöcken.

00. Stiel ohne Ring, fleischig-faserig; Hut anfangs mit eingebogenem Rande, auf der Oberseite faserig; Lamellen am hinteren Rande meist etwas buchtig.

A. rimosus Bull., rissiger Blätterpilz: Hut 2½—6 cm breit, glockenförmig, dünn, seidenhaarig-faserig, lederbraun, später ausgebreitet und der Länge nach rissig; Stiel 5 bis 8 cm hoch, am Grunde fast kreiselförmig-knollig, weiß; Lamellen graugelb, zuletzt braun werdend. Geruch widrig. Giftig. Wälder.

δ. Sporen schwarz- oder braunpurpurn.

0. Stiel mit Ring. Hut zuerst am Rande eingebogen. Lamellen nicht mit dem Stiele zusammenhängend.

A. campestris L., Champignon, Brachpilz: Hut 2½—14 cm breit, anfangs halbkugelig, später flacher, weißlich, flockig oder schuppig-seidenhaarig; Stiel am Grunde verdickt, 1½—10 cm hoch, voll, glatt, weiß, mit weißem, zerschlitztem Ringe; Lamellen anfangs weiß, dann rosenrot, zuletzt rotbraun bis fast braunschwarz. Variiert mit glattem, glänzend weißem Hute und unveränderlichem Fleische (silvicola); mit rötlich-schuppigem Hute und bald rötlich werdendem Fleische (praticola); mit rötlichem, kleinschuppigem Hute und langem Stiele (rufescens); mit glattem, bräunlichem Hute und dickem, schuppigem Stiele (umbrinus) und mit gelblichem, faserig-schuppigem Hute, rauchig-fleischfarbenen Lamellen und breitem, ungeteiltem Ringe (vaporarius). Vorzüglicher Speiseschwamm, vielfach im Großen kultiviert. Wälder, Wiesen, Felder, Gärten.

A. arvensis Schaeff., Feldchampignon, Schafch., Gugemucke, Träuschling: Hut 10—50 cm breit, anfangs glockig, später ausgebreitet, oft gebuckelt, zuerst flockig-mehlig, später kahl und glatt, weiß, gelbfleckig, mit weißem, unveränderlichem Fleische; Stiel bis 16 cm hoch, röhrig, weiß, mit gleichfarbigem Ringe; Lamellen anfangs weißrötlich, dann braun. Eßbar und oft mit voriger Art verwechselt, der diese in Geschmack etwas nachsteht. Wiesen, Weiden, Brachen.

00. Stiel ohne Ring. Hut mit anfangs eingebogenem, faserigem Rande. Lamellen dem fleischig-faserigen Stiele mehr oder weniger angewachsen.

A. sublateritius Schaeff., Bitterschwamm: Hut 2½—8 cm breit, flach gewölbt, gelbbraun-ziegelrot, zuerst seidenhaarig, dann kahl, mit weißem Fleische; Stiel 8—13 cm hoch, gebogen und unten verdünnt, hohl, rostbraun; Lamellen erst weiß, dann olivenbraun. Geschmack bitterlich. Verdächtig. Meist rasenweise an alten Stämmen.

A. **fascicularis** Huds., Büschelschwamm, Schwefelkopf: Hut 1—5 cm breit, meist etwas genabelt, lebhaft ockergelb mit dunklerer Mitte, blasserem, sehr dünnem Rande und gelbem Fleische; Stiel 10—13 cm hoch, gebogen, hohl, gelb; Lamellen erst schwefelgelb, dann grünlich. Geschmack ekelhaft bitter. Giftig. In dichten Rasen an alten Stämmen.

b. **Hygrophorus** Fr. Lamellen wachsartig (nicht häutig), nicht spaltbar, saftreich, aber nicht milchend, mit dem kleberigen oder feuchten Hute fest verwachsen. Sporen weiß.

α. Stiel kleinschuppig, rauh.

H. **eburneus** Fr., Elfenbeinschwamm: Hut $2^1/_2$—10 cm breit, anfangs gewölbt, dann flach, kleberig, rein weiß; Stiel 8—10 cm hoch, zuletzt hohl, weiß; Lamellen etwas herablaufend, weiß. Eßbar. Wälder.

β. Stiel kahl, glatt, voll. Hut fest, fleischig.

H. **pratensis** Fr., Wiesenschwamm: Hut 2—11 cm breit, anfangs gewölbt, später verflacht mit höckerartiger Mitte, kahl, fleischfarben-lebergelb bis orangegelb, später blasser; Stiel bis 13 cm hoch, abwärts verjüngt, weißlich; Lamellen weit herablaufend, weiß oder blaßgelb. Eßbar. Wiesen, Weiden, Raine.

H. **virgineus** Fr., Jungfernschwamm: ganz weiß, mit flachgewölbtem, später niedergedrücktem, verbogenem Hute; sonst der vorigen Art ähnlich und gleichfalls eßbar. Weiden, Grasplätze.

c. **Russula** Pers. (Täubling). Lamellen steif, zerbrechlich, saftlos, mit dem Hute fest verwachsen. Hut stets ohne Hülle.

α. Hut am Rande nicht gestreift, mit festem Fleische.

0. Lamellen gabelig geteilt. Hutrand anfangs umgebogen.

R. **depallens** Fr.: Hut 5—8 cm breit, flach und unregelmäßig wellig, kleberig, matt, schmutzig rotbraun und später verblassend gelblich bis weißlich; Stiel 3—4 cm hoch, weiß, später aschgrau; Lamellen weißlich. Eßbar. Haideplätze, moosige Wiesen.

R. **furcata** Fr.: Hut 5—8 cm breit, anfangs höckerig, dann flach, zuletzt niedergedrückt bis trichterförmig, seidenartig glänzend, lebhaft grün oder umbrabraun, bisweilen blaßbraun; Stiel bis 5 cm hoch, weiß; Lamellen etwas herablaufend, schmutzig weiß. Verdächtig. Schattige Wälder.

00. Lamellen mit kürzeren und gabelig geteilten gemischt; Hutrand nie eingerollt.

* Hut fast zinnoberrot, später verblassend, trocken, 5—10 cm breit, anfangs gewölbt, später ausgebreitet oder eingedrückt; Stiel bis 5 cm hoch, voll; Lamellen weiß oder weißlich.

R. **lepida** Fr.: Hut seidenhaarig oder rissig-schuppig; Stiel weiß oder rosa. Geschmack milde. Eßbar. Laubwälder.

R. **rubra** Fr.: Hut glatt; Stiel weiß- und rotfleckig. Geschmack scharf. Giftig. Wälder, besonders Laubwälder.

** Hut weiß oder grünlich. Stiel voll, weiß oder weißlich. Geschmack milde.

R. **lactea** Fr.: Hut 8—10 cm breit, anfangs glockig, weiß, später niedergedrückt und weißlich-lebergelb, rissig; Lamellen weiß. Eßbar. Buchenwälder.

R. **virescens** Fr., Grünling: Hut 5—8 cm breit, anfangs kugelig, dann ausgebreitet und genabelt, flockig oder gefeldert-warzig, meist spangrün und nach dem Rande zu weißlich, bisweilen ganz gelblich; Lamellen weißlich. Eßbar. Laub-, namentlich Birkenwälder.

β. Hut am Rande gestreift.

0. Lamellen mit kürzeren und gabelteiligen gemischt. Hut fest.

R. **vesca** Fr.: Hut 5—10 cm breit, erst gewölbt, dann flach, niedergedrückt, aderig-runzelig, kleberig, fleischrot mit dunklerer Mitte; Stiel 5—8 cm hoch, voll, netzig-runzelig, weiß; Lamellen weißlich. Geschmack milde. Eßbar. Laubwälder.

R. **foetens** Fr.: Hut bis 13 cm breit, anfangs buckelig, später niedergedrückt, kleberig, gelb; Stiel 8—10 cm hoch, zuletzt hohl, weißlich; Lamellen weißlich. Geschmack scharf, Geruch widrig. Verdächtig. Wälder.

00. Lamellen fast gleichlang, einfach. Hut zerbrechlich.

R. **emetica** Fr., Speiteufel: Hut $2^1/_2$—13 cm breit, anfangs gewölbt, dann flach oder niedergedrückt, zuerst meist rosenrot, dann blutrot, später gelbbraun oder bisweilen ockergelb oder endlich weiß, mit weißem, unter der Oberhaut rötlichem Fleische; Stiel $2^1/_2$—5 cm hoch, schwammig voll, glatt, weiß oder rötlich; Lamellen weiß. Geschmack scharf. Sehr giftig. Wälder.

2. Lamellen mit einem beim Zerbrechen ausfließenden, bei manchen Arten mildem und süßem, meist aber scharf brennendem Milchsafte.

d. **Lactarius** Fr., Milchblätterschwamm. Große, fleischige, erdbewohnende Pilze mit oft eingedrücktem Hute und dem Stiele angewachsenen oder herablaufenden Lamellen.

α. Milch von anfang an rotgelb. Stiel zentral.

L. **deliciosus** Fr., Reizker, Rietschling: Hut $1^1/_2$—10 cm breit, schwach gewölbt oder flach bis trichterförmig eingedrückt, ziegel- bis orangerot mit abwechselnd dunkleren und helleren konzentrischen Zonen, seltener ungezont; Stiel $1^1/_2$—8 cm hoch, zuletzt etwas hohl, hell ziegelrot; Lamellen safrangelb, später verbleichend, beim Verletzen sich grün färbend. Geschätzter Speisepilz. Nadelwälder.

β. Milch wenigstens anfangs weiß, bei einigen Arten erst zuletzt gelb, bläulich oder violett.

0. Lamellen zuerst weiß, später gelblich und durch die Sporen weiß bereift. Hut trocken und kahl.

L. volemus Fr., Brätling: Hut 5—10 cm breit, flach oder eingedrückt, oft geschweift, glänzend goldgelb-gelbbraun, im Alter rissig; Stiel 3—6 cm hoch, voll, dem Hute gleichfarbig; Milch unveränderlich weiß, süß. Wohlschmeckender Speisepilz. Wälder.

00. Lamellen sich nicht verändernd, nicht bereift.

* Hut kleberig.

† Hut am eingerollten Rande filzig. Milch unveränderlich weiß, scharf. Lamellen weißlich.

L. torminosus Fr., Gift- oder Birkenreizker: Hut 5 cm breit, niedergedrückt bis trichterförmig, fleischrot, blaß ockergelb oder weißlich, mit dunkleren konzentrischen Zonen, am Rande weißbärtig; Stiel 3—6 cm hoch, bald hohl, blasser als der Hut und mitunter gefleckt. Giftig. Wälder, Haiden.

L. turpis Fr., Mordschwamm: Hut 8—20 cm breit, flach scheibenförmig, kahl oder angedrückt zottig, olivenbraun, ungezont, mit gelbfilzigem Rande; Stiel bis 3 cm hoch und dick, voll, kleberig, dem Hute fast gleichfarbig. Giftig. Wälder.

†† Hut am eingerollten Rande kahl.

L. uvidus Fr.: Hut 5—8 cm breit, zuletzt niedergedrückt, weißlich, fleischrot, bläulich oder braun, ungezont; Stiel kurz, hohl, blaß; Lamellen gelbweiß, bei Verletzung ebenso wie die anfangs weiße Milch bläulich bis violett werdend. Giftig. Feuchte Wälder.

** Hut trocken oder etwas feucht, dunkel gezont. Lamellen gelblich, etwas herablaufend.

L. pyrogalus Fr.: Hut bis 10 cm breit, flach oder niedergedrückt bis trichterförmig, dunkel bleifarbig bis braun; Stiel 4 cm hoch, später hohl, blaß gelblich oder rötlich, später bräunlich; Milch unveränderlich weiß, scharf brennend. Giftig. Wälder, Gebüsche, Wiesen.

L. chrysorheus Fr.: Hut 6—20 cm breit, erst genabelt, dann eingedrückt bis trichterförmig, blaß orangefarbig; Stiel 6—8 cm hoch, zuletzt hohl, weiß. Milch erst weiß, dann goldgelb, scharf brennend. Giftig. Wälder.

B. Lamellen dick, niedrig, mit stumpfer Schneide, daher mehr oder weniger faltenförmig.

e. Cantharellus Adans. Lamellen am Stiele herablaufend, faltenförmig, gabelig verzweigt, fleischig-wachsartig. Hut der folgenden beiden Arten fast kreisel- oder trichterförmig, fleischig, mit zentralem, vollem Stiele.

C. cibarius Fr., Eierschwamm, Pfifferling (Gelbling, Geelichen, Gelbmännel): Hut 2—8 cm breit, anfangs geschweift, später kreiselförmig, kahl; Stiel wie der Hut und die Lamellen dottergelb, $2^1/_2$—5 cm hoch, nach abwärts verdünnt. Geschmack angenehm schwach pfefferartig. Beliebter Speisepilz. Heerdenweise in Wäldern.

C. aurantiacus Fr., falscher, giftiger Eierschwamm: Von voriger Art durch den niedergedrückten, feinfilzigen, orangeroten, am Rande eingerollten Hut und die dunkelfarbigen Lamellen unterscheidbar. Nicht eßbar, sogar für giftig geltend. Nadelwälder.

II. Dauerhafte, trockene, zäh-fleischige oder lederartige, nicht faulende Pilze.

f. Marasmius Fr.: Hut zäh-fleischig, mit knorpeligem oder hornigem, meist zentralem Stiele und trockenhäutigen, scharf- und ganzrandigen Lamellen.

M. oreades Fr., Herbstmusseron: Hut 1—6 cm breit, anfangs stumpf kegelförmig und am Rande eingerollt, später verflacht und in der Mitte etwas gebuckelt, kahl, feucht, am Rande gestreift, rötlich bis lederfarben, später verblassend; Stiel $2^1/_2$—8 cm hoch, voll, knorpelig, zottig und am nicht verdickten Grunde kahl, blaß; Lamellen dem Stiele nicht angewachsen, weißlich. Geschmack und Geruch angenehm gewürzig, Pilz daher vorzüglich als Suppen- und Fleischgewürz gesammelt. Meist gesellig kreisförmig oder reihenweise (§ 57) auf lichten Wald- und Grasplätzen, Rainen.

M. scorodonius Fr., Lauchschamm: Hut $^1/_2$—$1^1/_2$ cm breit, flach, runzelig oder kraus, anfangs fuchsrot, später verbleichend weißlich; Stiel bis 5 cm hoch und kaum 2 mm dick, hornig, röhrig, glänzend rotbraun, kahl; Lamellen dem Stiele angewachsen, kraus, weißlich. Geruch nach Knoblauch. Benutzung wie bei voriger Art. Haideplätze, Felder, Raine.

§ 78. Als fakultativer und baumschädlicher Parasit ist der bereits auf S. 391 seiner systematischen Stellung nach charakterisierte

Agaricus melleus Vahl oder Hallimasch[141]) besonders beachtenswert. An toten Wurzeln und Stöcken von Nadel- und Laubbäumen sowie an Bauholz (Zimmerung der Bergwerke, Brunnenröhren) als Saprophyt sehr verbreitet, ergreift derselbe auch

141) R. Hartig, Wichtige Krankh. d. Waldbäume, S. 12, Taf. 1 u. 2; Zersetzungserscheinungen d. Holzes, S. 59, Taf. 11, Fig. 1—5; Lehrb. d. Baumkrankh. S. 91, Fig. 38—42 u. Taf. 3, Fig. 4. — Brefeld, Botan. Untersuch. üb. Schimmelpilze, III. 136, Taf. 10 u. 11. — Schmitz, Ueber d. Bau der Rhizomorpha fragilis; in »Linnaea« 1843, S. 478, Taf. 16 u. 17. — De Bary, Vergl. Morphol. d. Pilze, S. 24 (Rhizomorphen). — Rostrup, Fortsatte Undersögelser over Snyltesvampes Angreb paa Skovträerne; in Müller's Tidsskrift for Skovbrug VI. 199 (mir nur im Ref. bekannt — vgl. Botan. Centralbl. XV. 148).

parasitisch sämtliche europäischen und viele eingeführte Nadelhölzer. Unter den Laubbäumen ist er auf Pflaume und Kirsche sicher bekannt. Sein Mycelium lebt im Boden in Form cylindrischer, 1/2—3 mm dicker, vielfach verzweigter, schwarzbrauner Stränge, die in Unkenntnis ihrer Zugehörigkeit zu den Fruchtkörpern des Hallimasch früher als selbständige Pilzgattung angesehen und ihres wurzelartigen Aussehens wegen als Rhizomorpha fragilis Roth, var. subterranea bezeichnet wurden. Ihre wachsenden Spitzen bestehen aus einem farblosen Bündel locker verbundener Hyphen, das sich durch Spitzenwachstum verlängert und nach rückwärts in eine die Oberfläche der Stränge charakterisierende pseudoparenchymatische, papierdicke und meist glatte, spröde Rinde, in eine dieser innen anliegende hellbraune, aus dünnen Fäden dicht verfilzte engmaschige Gewebeschicht und ein von letzterer umschlossenes farbloses, lufthaltiges Mark differenziert. Wo die Verzweigung stattfindet, erscheinen an der Rhizomorphenoberfläche als später zerfallende Vorläufer flockige weiße Hyphenbüschelchen, welche als Sprossungen innerer Rindzellen durch einen Rindenriß nach außen vortreten. Unter ihnen entstehen erst die eigentlichen Aeste als Sprossungen der innersten Rindenlagen in Form dichter Hyphenbüschel, die als weiße kegelförmige Körper vom Bau einer gewöhnlichen Rhizomorphen-Zweigspitze durch den Rindenriß hervorwachsen.

Trifft eine Zweigspitze der im Boden, aber selten tiefer als 10 cm unter der Oberfläche sich weit verbreitenden Rhizomorphen auf eine Baumwurzel, so wächst sie in letztere hinein und zwischen Holzkörper und Rinde als R. frag. var. subcorticalis stammwärts empor, in jungen Bäumen in der Regel nicht weit über den Wurzelansatz, in alten bis 3 m und darüber auch im Stamme. Im Inneren des Baumes nimmt sie jedoch infolge der veränderten Vegetationsbedingungen viel mannigfachere Gestalten an, so daß die Stränge bald sehr dünn bleiben, bald bedeutende Dicke erreichen, bald cylindrisch, bald verflacht oder zu Bändern verbreitert sind, die infolge lebhafter Verzweigung und Verwachsung der Zweige zu netzigen Platten verschmelzen, an anderen Stellen zu breiten fächerförmigen oder lappigen Häuten sich ausdehnen, welche unter Zerstörung des Cambiums den Holzkörper wie ein Mantel umwachsen. Diese subkortikalen Mycelien besitzen im wesentlichen den Bau der erdbewohnenden Stränge, bleiben aber zunächst weiß und entwickeln auf ihrer Rinde zahllose freie Hyphen, die wie ein Filz dieselbe bedecken und als die eigentlichen Nahrung aufnehmenden und zugleich das Baumgewebe zerstörenden Organe einesteils nach außen in den Bast und die Rinde, andererseits und vorzugsweise durch die Markstrahlen in den Holzkörper hinein wachsen, in letzterem sogar schneller nach aufwärts vordringend, als die Rhizomorphen unter der Rinde, sobald sie die Harzkanäle erreichen, deren umgebendes stärkeführendes Parenchym sie rasch zerstören. In den so entstandenen weiten Harzlücken sinkt das Terpentinöl abwärts, sich teils zwischen Holz und bereits getötete Rinde, teils durch Rindenrisse nach außen in den Boden ergießend, wodurch die Bezeichnung der Krankheit als „Harzüberfülle, Harzsticken" erklärt wird. In den oberen Stammteilen strömt, soweit Cambium und Rinde noch gesund sind, das Terpentinöl aus den zerstörten Harzkanälen auch seitwärts durch die Markstrahl-Harzgänge der Rinde zu, in letzterer die Bildung großer Harzbeulen veranlassend, im Cambium die Entstehung zahlreicher abnormer, ungewöhnlich weiter Harzgänge, durch welche der Holzring des Krankheitsjahres auffällig hervortritt.

Von den Markstrahlen und Harzgängen aus dringen aber auch Mycelfäden, die Holzzellwände durchbohrend, in das feste Holzprosenchym ein, teils (im dickwandigen Herbstholze der Kiefer) in den Zellwänden selbst wandernd und dieselben gangartig zerfressend, teils in die Zellhöhlungen eintretend. In manchen der letzteren schwellen sie blasig an, oft die ganze Höhlung mit einem zuletzt braunen pseudoparenchymatischen Gewebe erfüllend. Wo dieser Angriff auf das Holz stattfindet, färbt sich letzteres braun und die Braun-

färbung rückt — auf Querschnitten des Holzkörpers gesehen — als schmaler Keil ins innere vor, wo ein schmaler Rhizomorphenstrang, in breiter Zone, wo eine ausgedehnte Mycelhaut dem Holze außen anliegt. Die Holzzellwandungen erhalten Cellulosereaktion und werden von der Zellhöhlung aus gelöst (Wurzelfäule, Erdkrebs).

Haben die in einer Wurzel aufwärts wachsenden Rhizomorphen die Stammbasis erreicht, diese umklammert und sind sie von hier aus in die bis dahin gesund gebliebenen Wurzeln abwärts gewandert, so stirbt der Baum durch Vertrocknung und dem Wachstum des Mycels wird dann im Stamme in der Regel eine Grenze gesetzt, bevor es aus dem Splint in das Kernholz eingedrungen war. In Stock und Wurzeln dagegen breitet es sich schnell über das ganze Innere aus. Hier bleiben die mit zunehmendem Alter übrigens auch schwarz- oder braunrindig werdenden subkortikalen Rhizomorphen noch jahrelang lebensfähig, indem sie zum Teil Zweige durch Rindenrisse nach außen wieder in den Boden senden, welche dann in Form der R. frag. subterranea weiter wachsen und teils weiterer Infektion neuer Bäume, teils der Erzeugung der Fruchtkörper dienen können, während andere Fruchtkörper aus den unterrindigen Strängen direkt am Stocke entspringen. Die Anlage und erste Entwickelung der Fruchtkörper findet ganz wie diejenige der sterilen Zweige statt (vgl. weiter § 60).

Rodung der infizierten Stöcke und Wurzeln einerseits, Ziehung von Isoliergräben zur Verhütung unterirdischer Ansteckung gesunder Bäume andererseits sind die zur Begegnung der Krankheit wirksamsten Maßregeln.

2. Unterordnung. Gastromycetes. Bauchpilze[142]).

§ 79. Die Mitglieder dieser Unterordnung der Basidiomyceten sind dadurch charakterisiert, daß ihr Hymenium nicht oberflächlich frei entwickelt ist, sondern Höhlungen (Kammern) der verschieden gestalteten, meist ansehnlichen Fruchtkörper auskleidet. Die ganze innere gekammerte, fertile Gewebemasse wird auch hier als Gleba, die äußere derbe und meist in verschiedene Schichten differenzierte Rinde des Fruchtkörpers als Peridie bezeichnet (§ 44). Bei manchen Bauchpilzen (Bovista, Lycoperdon, Geaster) sind dann in den Kammerwänden außer den die Basidien tragenden Hyphen noch besondere sterile Hyphen in Gestalt dickerer, derbwandiger, meist querwandloser Röhren vorhanden, die als eine wollige Masse, das Capillitium, zwischen den Sporen zurückbleiben, wenn bei der Reife des Fruchtkörpers die das Hymenium tragenden Hyphen samt letzterem aufgelöst werden. Die Sporen werden durch verschiedenartiges Oeffnen der Peridie ausgestreut. Eine vollständige Entwickelungsgeschichte ist nur von wenigen Arten bekannt. Von den wichtigsten Familien sei hier zuerst diejenige der

Lycoperdaceï erwähnt, deren meist große, kugelige, ei- oder dick-keulenförmige, bei der Reife meist unregelmäßig sich öffnende Fruchtkörper eine zuletzt vertrocknende und flockig stäubende Gleba mit Capillitium enthalten. Hierher gehören die beiden bekannten Gattungen Bovista Pers. (Bovist) mit den ganzen ungestielten Fruchtkörper ausfüllender fruchtbarer Gleba und Lycoperdon Tourn. (Stäubling), bei welcher das sporenbildende Gewebe nur die obere Hälfte des am Grunde oft in einen dicken Stiel verjüngten Fruchtkörpers einnimmt. Alle Arten sind in der Jugend, so lange sie noch durch und durch weich und weiß sind, eßbar, werden im Alter ungenießbar, sind aber wie auch ihr im Volke für die Augen gefürchteter Sporenstaub nicht schädlich. Bemerkenswerte und auch dem Forstmanne auf Grasplätzen, Triften und Weiden häufig begegnende Arten sind Lyc. bovista L. (Riesenbovist) mit bis 60 cm dicken kugeligen oder niedergedrückten, stiellosen, weißen, rötlichen, aschgrauen oder gelblichen, bei der Reife weit becherförmig mit geschlitztem Rande geöffneten Fruchtkörpern; dann Lyc. caelatum Fr. (Hasenbovist) mit 5—16 cm hohen, verkehrt-eiförmigen, auf dem Scheitel mit einfacher Mündung weit kelchartig sich öffnenden braunen Fruchtkörpern, deren äußere weiche, flockige Peridienschicht sich wie bei voriger Art bei der Reife von der Innenschicht ablöst und zerfällt. Von beiden unterscheidet sich das in Wäldern, auf Weiden und Triften gemeine Lyc. gemmatum Batsch durch kleiige und mit fast stachelförmigen Warzen besetzte, fest angewachsene Außenschicht des birnförmigen, $2^1/_2$—16 cm hohen, gelblichen bis graubraunen Fruchtkörpers, der sich auf dem Scheitel mit gebuckelter, zerschlitzter Mündung öffnet. Von den eigentlichen Bovisten ist die einer Flintenkugel in Größe und Farbe nicht unähnliche Bov. plumbea Pers. eine auf trockenen Wiesen und Triften nicht seltene Art.

142) De Bary, Vergl. Morphol. d. Pilze S. 367, wo weitere Litteratur citiert. Winter, Pilze, in Rabenhorst's Kryptogamenflora I. 864.

Von den Bovisten unterscheiden sich die Geastrideï auffallend dadurch, daß die knorpelige äußere Peridienschicht der anfänglich in der Erde verborgenen hasel- bis wallnußgroßen, fast kugeligen Fruchtkörper sich in sehr hygroskopische, bei Trockenheit sternförmig zurückschlagende Lappen spaltet, wodurch die innere gestielte oder sitzende, häutig-papierartige und auf dem Scheitel verschiedenartig sich öffnende, mit Capillitium und Sporenpulver erfüllte Peridie bloßgelegt wird. Von den in sandigen Nadelwäldern meist zerstreut auftretenden Erdsternen ist Geaster hygrometricus Pers. die häufigste Art.

Die weiter verwandten Hymenogastreï unterscheiden sich vorzüglich durch die fleischigen, knollenförmigen, sich nicht freiwillig öffnenden Fruchtkörper, durch die fleischige und bei der Reife faulende oder zerfließende Gleba, sowie durch Mangel des Capillitiums. Zu ihnen gehören meist unterirdisch in Wäldern wachsende Pilze von trüffelartigem Aussehen. Erwähnenswert ist Rhizopogon rubescens Tul., die Schweinetrüffel, deren im Sande von Kiefernwäldern wachsende hasel- bis wallnußgroße, länglichrunde oder unregelmäßig knollenförmige, anfangs weißliche und an der Luft rötlich werdende, innen später graugrüne und bei der Reife in eine olivenbraune Masse zerfließende Fruchtkörper im jugendlichen Zustande in manchen Gegenden (Schlesien, Böhmen) statt echter Trüffeln gegessen werden.

Aus der Familie der ähnlichen Sclerodermeï, die sich durch lederige, korkige oder holzige, meist kleinwarzige Peridie, bei der Reife vertrocknende Kammerwände und rudimentäres oder fehlendes Capillitium charakterisieren, ist Scleroderma vulgare Fr., der Hartbovist, in Wäldern, auf Wiesen, Rainen &c. meist häufig. Seine einem wurzelartigen Mycelium entspringenden ober- oder halbunterirdischen, 2½—5 cm dicken, rundlich-knollenförmigen Fruchtkörper besitzen eine korkig-holzige, meist fein rissige und gefeldert-warzige, gelbe oder orangefarbige bis rot- oder kastanienbraune, auf dem Scheitel unregelmäßig zerreißende Peridie und eine in der Jugend weißliche, später bläulichschwarze, von weißlichen Fädchen durchzogene Gleba. Sie werden nicht selten betrügerischerweise statt Trüffeln verkauft und sollen in größerer Menge genossen schädlich wirken.

Der in Wäldern, Gebüschen und Baumgärten im Sommer und Herbste zerstreut auftretende, höchst widerlich nach Aas riechende Phallus impudicus L. (Eichelpilz, Gichtschwamm, Gicht- oder Giftmorchel) repräsentiert die kleine Familie der Phalloideen. Sein von wurzelartigen Mycelsträngen getragener Fruchtkörper gleicht in der Jugend in Form, Größe und Farbe einem Hühner- oder Gänseei (Teufels- oder Hexenei). Die Peridie, welche zwischen einer äußeren und inneren Haut eine dicke Gallertschicht zeigt, umschließt eine glockenförmige gekammerte Gleba, welche dem Scheitel einer spindelförmigen zentralen, enggekammerten und im inneren hohlen Gewebemasse, dem Rezeptakulum, wie ein Fingerhut aufsitzt. Bei der Reife streckt sich das Rezeptakulum infolge Erweiterung der einfach mit Luft sich füllenden Kammern, durchstößt den Scheitel der Peridie und tritt als 10—30 cm langer hohler, schwammig-poröser, weißer oder gelblichweißer Stiel hervor, der die runzelig-aderige und nun in einen braungrünen, die Sporen enthaltenden Schleim sich umwandelnde und abtropfende Gleba emporträgt.

II. Gruppe. Bryophyta (Muscineae), Moose[143]).

§ 80. In der bereits im § 3 (S. 326) kurz charakterisierten Gruppe der Moose ist der vegetative Körper nur bei einer Reihe niedrig organisierter Formen aus der Klasse der Lebermoose ein völlig blattloser, unregelmäßig oder bandartig-gabelig verzweigter und dorsiventraler Thallus (Anthoceros, Aneura, Pellia), oder ein eben solches Gebilde, das aber auf der Unterseite blattähnliche Schuppen trägt (Marchantiaceen). Die Mehrzahl der Mitglieder zeigt eine Gliederung in Stamm und Blätter, wobei in der Klasse der Lebermoose der dorsiventrale Bau noch erhalten bleibt, bei den Laubmoosen derselbe nur als Ausnahme auftritt. Eine echte Wurzel fehlt stets; sie wird durch Haare (Haarwurzeln, Rhizoiden) vertreten, welche nur physiologisch die Rolle der Wurzeln übernehmen. Auch der anatomische Bau ist insofern noch ein einfacher, als eine ausgeprägte Epidermis nur selten (bei den Marchantiaceen) vorhanden ist, im Stämmchen die Rinde von den inneren Geweben meist nicht scharf gesondert auftritt, Gefäßbündel noch nicht entwickelt werden, die einschichtigen und bei den Leber- und Torfmoosen auch des Mittelnerven entbehrenden Blätter keine Spaltöffnungen entwickeln. Den Moosen gebührt daher der höchste Platz in der Gruppe der Zellenpflanzen (§ 2), unter den Axenpflanzen (Cormophyten, § 2) der niederste.

Ein weiterer hervorragender Charakter der Moose ist der scharf ausgeprägte Generationswechsel (§ 17). Als Geschlechtsgeneration funktioniert die Moospflanze mit ihren beiderlei Geschlechtsorganen, den Antheridien und Archegonien. Die Antheridien als männliche Organe sind sehr kleine kurz- bis langgestielte, keulenförmige, ellipsoidische oder kugelige Behälter, deren äußere Lage größerer, chlorophyllhaltiger Zellen eine sackartige Wandung bildet, innerhalb welcher das sehr zart- und kleinzellige, plasmareiche Mutterzellgewebe der Sper-

---

143) Göbel, Die Muscineen; in Encyklopädie der Naturw. 1. Abth. Handb. der Bot. Bd. II. 315.

matozoiden eingeschlossen liegt. Letztere sind in ihrer Mutterzelle einzeln entstehende schraubig gewundene Plasmafäden mit dickerem Hinterende und zwei am spitzen Vorderende sitzenden langen, sehr zarten, beweglichen Wimpern. Nach der Reife und bei Zutritt von Wasser (Regen, Thau) treten die quellenden Mutterzellen zum reißenden Antheridienscheitel heraus und entlassen jetzt erst die lebhaft beweglichen Spermatozoiden in das die Moosrasen benetzende oder durchtränkende Wasser.

Auf denselben und dann zwitterigen oder auf anderen weiblichen Pflanzen entstehen die Archegonien als einer langhalsigen Flasche vergleichbare Organe, deren unterer bauchig erweiterter Teil als Archegoniumbauch vom Archegoniumhalse unterschieden wird. Beide werden von einer axilen, von der Archegoniumwand durch Struktur und Funktion verschiedenen Zellenreihe durchzogen, deren unterste größte Zelle etwa im Zentrum des Bauchteiles liegt und als sogenannte Zentralzelle ihr gesammtes Protoplasma zum Ei gestaltet. Ueber ihr und noch im Bauchteile liegt die Bauchkanalzelle und dieser schließen sich im Halse die Halskanalzellen an. Bei der Reife des Archegoniums verschleimen Bauch- und Halskanalzellen, die den Scheitel des Halses deckenden Zellen weichen auseinander und jetzt zu den Archegonien gelangende Spermatozoiden treten in den offenen schleimerfüllten Halskanal, dringen in diesem abwärts bis zum Ei vor und in letzteres ein, worauf sich das befruchtete Ei mit einer Membran umhüllt.

§ 81. Aus dem befruchteten Ei entwickelt sich nun unmittelbar und unter sehr charakteristischen Zellteilungen und Gewebedifferenzierungen die zweite ungeschlechtliche, sporenbildende Generation, das Sporogonium oder die Mooskapsel, Moosfrucht. Im reifen Zustande ist dieselbe eine meist mehr oder weniger lang gestielte, kugelige bis eiförmige, ellipsoidische oder cylindrische Kapsel, welche durch ihren basalen, gewöhnlich angeschwollenen Stielteil, den Fuß, mit der Moospflanze in Verbindung tritt und von letzterer ernährt wird. Sie umschließt in ihrer verschiedenartig gebauten Wand entweder ein in seiner ganzen Masse die Sporen erzeugendes Gewebe; oder es bilden sich, wie bei der Mehrzahl der Lebermoose, eine Anzahl Zellen dieses Gewebes zu eigentümlichen sterilen, lang spindel- bis schlauchförmigen und innen meist spiralig verdickten, hygroskopischen Zellen, den Schleuderern oder Elateren aus, welche beim Oeffnen der Kapsel als flockige Masse vorquellend die Sporen mit sich nehmen. Bei der großen Mehrzahl der Laubmoose und einigen Lebermoosen (Anthoceros) endlich bleibt eine axile Gewebemasse als sogenannte Columella (Mittelsäule) steril und die Sporen werden nur in einem glocken- oder meist tonnenförmigen, zwischen Kapselwand und Columella gelegenen Raume, dem Sporensacke, ausgebildet. Die kugeligen oder kugeltetraedrischen Sporen selbst entstehen in den schon vorher isolierten Sporenmutterzellen zu je vieren; ihre reife Wand ist in eine derbe cutikularisierte Außenschicht, das Exosporium, und in eine zarte Innenlamelle, das Endosporium, differenziert.

Das Sporogonium bleibt wenigstens während der ersten Lebensstadien in dem durch Wachstum sich entsprechend vergrößernden und von jetzt ab als Calyptra (Haube, Mütze) bezeichneten Archegonbauche eingeschlossen, während der Archegonhals bald verschrumpft. Bei den allermeisten Laubmoosen wird die Calyptra aber schon frühzeitig an ihrem Grunde ringsum abgerissen und auf dem Kapselscheitel emporgetragen, den sie entweder allseitig als Mütze oder einseitig als Kapuze bedeckt. Das Sporogon der Torf- und Lebermoose dagegen bleibt bis kurz vor der Reife in der schützenden Calyptra eingeschlossen und durchbricht dann den Scheitel der letzteren, so daß sie als Scheide am Stielgrunde zurückbleibt

Die Sporen werden bei den Riccieen unter den Lebermoosen, deren Sporogone dem Thallus völlig eingesenkt sind, schon vor der Reife durch Zerstörung der Kapselwand frei. Bei den Marchantieen derselben Klasse öffnen sich die reifen Kapseln durch Abwerfen eines deckelartigen Scheitelteiles oder durch Spaltung daselbst mit Zähnen, während die Sporogone der Jungermanniaceen vierklappig, die schotenförmigen Sporenfrüchte von Anthoceros zweiklappig aufspringen. In der Klasse der Laubmoose ist die Ordnung der Cleistocarpi dadurch ausgezeichnet, daß die Sporen erst durch Verwesung der Sporogonwand frei werden. Bei den Mohrenmoosen (Andreaeaceen) öffnet sich die Kapsel mit vier am Scheitel verbunden bleibenden reifenartig auswärts biegenden Klappen, bei den Torfmoosen (Sphagnaceen) und den die Mehrzahl der Laubmoose bildenden Deckelfrüchtlern (Stegocarpae, Bryaceen) durch Abwerfen des deckelartigen Scheitelteiles. Dabei bleiben bei den meisten Gattungen der letzteren Ordnung (und für die Systematik derselben wichtig) bestimmte Zellenschichten des inneren Deckelgewebes oder nur deren verdickte Wände allermeist in Form von Zähnen und in charakteristischer Zahl, Anordnung &c. auf dem Kapselrande als sogenannter Mundbesatz oder Peristomium stehen.

§ 82. Aus der keimenden Spore entwickelt sich die Moospflanze nicht direkt, sondern durch Vermittelung des Vorkeimes (Sporenvorkeim, Protonema). Dieser bildet bei einigen Lebermoosen (Radula, Frullania) einen kleinen, zunächst in dem Exosporium eingeschlossen bleibenden Zellenkörper; bei der Mehrzahl aber wächst das Endosporium zu einem sich meist auch noch durch Querwände teilenden einfachen oder zuweilen verzweigten Schlauche aus, der an seinem Ende einen kleinen das Pflänzchen produzierenden Zellenkörper (Keimscheibe) entwickelt (Marchantia) oder meist aus der Endzelle direkt die junge Pflanze erzeugt, wie in den vorhergehenden Fällen aber in der Regel klein und kurzlebig ist. Bei den Laubmoosen da-

gegen wächst in den allermeisten Fällen das Endosporium zu einem langlebigen und kräftigen, fein fadenförmigen und reich verzweigten, einreihig-vielzelligen, durch reichen Chlorophyllgehalt ausgezeichneten, konfervenartigen (§ 13) Vorkeime aus, der als grüner fädiger Rasen sein Substrat überzieht und mittelst besonderer wurzelhaarartiger, chlorophyllfreier Zweige in demselben wurzelt. Nur in einzelnen Fällen (Mohren- und Torfmoose) entwickeln sich die Vorkeime auch als verzweigte bandartige oder unregelmäßig lappige Zellenflächen. In allen Fällen aber entsteht die junge Moospflanze ungeschlechtlich durch Knospenbildung aus einer Rand- resp. Oberflächen- oder Endzelle des Vorkeimes oder seiner Zweige.

Den Sporenvorkeimen völlig gleiche und wie diese Moospflanzen erzeugende Sprossungen treten bei den Laubmoosen unter gewissen Verhältnissen auch aus Zellen der Stämmchen (Zweigvorkeime), Blätter (Blattvorkeime), ja selbst der noch unreifen Sporogone auf. Am häufigsten wandeln sich jedoch aus dem Boden ans Licht hervorwachsende Rhizoiden in Vorkeime (Rhizoidenvorkeime) um. Viele nur selten fruchtbare Laubmoose erhalten sich und manche scheinbar einjährige Arten perennieren durch Vorkeime der letzteren Art und in den ausdauernden weiblichen Rasen des Dicranum undulatum entstehen auf Rhizoidenvorkeimen sogar die kleineren und einjährigen männlichen Pflanzen.

Eine oft sehr ergiebige ungeschlechtliche Vermehrung findet bei Laub- und Lebermoosen in vielen Fällen durch Brutknospen statt: durch Sprossung entstehende verschieden gestaltete, gestielte Zellenkörper, welche bisweilen (Tetraphis, Marchantia) zu vielen in besondere Hüllen resp. Behälter eingeschlossen sind und entweder direkt zur neuen Pflanze auswachsen (Marchantia) oder letztere durch Vermittelung eines Vorkeimsprosses erzeugen. Auch an Vorkeimen selbst können Brutknospen auftreten.

§ 83. Bezüglich ihres geselligen Lebens und der geographischen Verbreitung u. s. w. können namentlich die Laubmoose den Flechten (§ 43) an die Seite gestellt werden, und für die „Vermoosung" der Baumrinden dürfte im wesentlichen auch das a. a. O. von den Flechten gesagte gelten.

Systematisch gliedert sich die Gruppe in die beiden Klassen der Leber- und Laubmoose von denen die

3. Klasse, Hepaticae, Lebermoose[144])

die niedriger organisierte ist. Ihre unterscheidenden Merkmale sind bereits in §§ 80—82 hervorgehoben und im § 3 (S. 326) kürzer zusammengestellt. Von auffallenden häufigen Arten ist die an nassen Orten (Felsen, Mauern, Gräben, Brüche) in Gestalt eines gabelig gelappten Laubes wachsende diöcische Marchantia polymorpha L. zu erwähnen, welche die Antheridien eingesenkt auf der Oberseite gestielter scheibenförmiger, die Archegonien auf der Unterseite strahlig-schirmartig verzweigter Sprosse und außerdem auf der Lauboberfläche kleine becherförmige Brutknospenbehälter trägt. Von beblätterten Lebermoosen treten an alten Baumstämmen die dichten und flachen, schuppig aussehenden dunkelgrünen bis kupferbraunen oder schwärzlichen Rasen der Frullania dilatata N. v. E., die flachen, strahligen, meist gelblichgrünen Ueberzüge der Radula complanata Dum. und die sehr großen und dichten, dunkelgrünen bis gelbbraunen, glanzlosen Rasen der Madotheca platyphylla Dum. als die gemeinsten Formen auf. Die mit verkehrt-eiförmigen, grobgezähnten Blättern dicht besetzten aufsteigenden Aeste der Plagiochila asplenioides Nees. überziehen in lockeren, sehr kräftigen, grünen Rasen feuchten Waldboden; und die durch bis zur Mitte zweispitzige Blätter ausgezeichnete Jungermannia bicuspidata L. ist als einer der gemeinsten Vertreter der umfangreichen Gattung auf dem Boden wie am Fuße alter Bäume und Stöcke in hellgrünen, zarten bis handgroßen Rasen zu finden.

§ 84. Die im Vorhergehenden gleichfalls schon charakterisierte und im § 3 (S. 326) diagnosierte

---

144) Leitgeb, Untersuchungen üb. d. Lebermoose; 6 Hefte 4° mit zahlr. Taf., Jena und Graz 1874/81. Janczewsky, Vergleich. Untersuch. üb. d. Entwickelungsgeschichte des Archegoniums; Botan. Zeit. 1872, S. 377. Kienitz-Gerloff, Vergl. Untersuch. üb. d. Entwickelungsgesch. d. Lebermoos-Sporogoniums; Bot. Zeit. 1874, S. 161 u. 1875, S. 777. Kny, Beiträge z. Entwickelungsgesch. d. laubigen Lebermoose; Jahrb. f. wissensch. Bot. IV. 64. Taf. 5–7. Strasburger, Die Geschlechtsorgane u. d. Befruchtung bei Marchantia; Jahrb. f. wissenschaftl. Bot. VII. 409, Taf. 27, 28. Hofmeister, Vergleich. Untersuch. über Keimung, Entfaltung u. Fruchtbildung d. höheren Kryptog., Leipzig 1851. Gottsche, Lindenberg u. Nees v. Esenbeck, Synopsis Hepaticarum; Hamburg 1844/47. Nees v. Esenbeck, Naturgesch. d. europäischen Lebermoose; 4 Bde. Berlin u. Breslau 1833/38. Dumortier, Hepaticae Europae; Brüssel 1874. Weitere Citate d. umfangreich. Litt. in den oben u. Note 143 angeführten Schriften.

4. Klasse, Musci, Laubmoose[145])

findet ihre niedersten Vertreter in der nur die kosmopolitische Gattung Sphagnum enthaltenden Ordnung der Torfmoose (Sphagnaceae)[146]), deren nasse Lokalitäten, vorzüglich Moore und sumpfige Wälder gesellig bewohnende, schwammige Polster bildende und an der Torfbildung hervorragend beteiligte Arten sich durch eigentümliche Tracht und bleichgrüne Färbung leicht kenntlich machen. Die Rinde ihres nur in der Jugend Rhizoiden entwickelnden, büschelig verzweigten Stengels besteht aus inhaltlosen, spiralig oder ringförmig verdickten, in den Wänden große runde Löcher besitzenden Zellen, und gleiche Zellen bilden auch die Hauptmasse der einschichtigen rippenlosen, zarten Blätter, in denen die schmalen chlorophyllführenden zwischen den ebengenannten Zellen weit zurücktreten. Diese eigentümlichen Zellen saugen als Capillaren das Wasser wie ein Schwamm ein und halten es lange Zeit fest. Besondere schlanke, keulen- oder kätzchenförmige Aeste mit oft gelb oder rot gefärbten Blättern tragen die Antheridien, andere knospenförmige derselben oder besonderer weiblicher Pflanzen die Archegonien. Das seine Calyptra am Grunde zurücklassende Sporogonium ist selbst stiellos, wird aber von einem stielartigen nackten Stengelteile getragen und öffnet sich mittelst Deckel. Die Sporen bilden bei Keimung im Wasser fadenförmige, auf nasser Erde jedoch laubartige Vorkeime. Sph. acutifolium Ehrh. mit länglich-lanzettlichen angedrückten und Sph. squarrosum Pers. mit sparrig abstehenden Blättern sind die häufigsten waldbewohnenden Arten.

Den Torfmoosen in Färbung und Blattbau ähnlich ist das in dichten gewölbten bis halbkugeligen Polstern feuchten Waldboden bewohnende, weißlich-blaugrüne Leucobryum glaucum Schimp. aus der Ordnung der Deckelfrüchtler, dessen die kurzen aufrechten Stengel dicht besetzende rippenlose Blätter gleichfalls aus 2—3 Schichten großer farbloser, poröser, lufthaltiger Zellen bestehen, zwischen denen die schmalen chlorophyllhaltigen Zellen versteckt liegen. Ein anderer Moostypus des Waldbodens, der Torfwiesen und nassen Heiden ist das Polytrichum commune L., das sich durch einfache bis 1/2 m hohe Stengel, dunkelgrüne, lineal-pfriemliche und meist zurückgebogene, scharf gesägte, oberseits mit zahlreichen Längsleisten besetzte Blätter und vierkantige Kapseln mit filziger Mütze auszeichnet und dessen lockere Rasen oft große Flächen überziehen; weiter das gemeine Dicranum scoparium Hedw. mit einseitswendigen, sichelförmig gebogenen Blättern und übergeneigten, gekrümmten Kapseln mit kapuzenförmiger Haube. Eines der schönsten erdbewohnenden Moose ist dann das Mnium undulatum Hedw., dessen palmenartige Tracht durch die am 10 cm langen Stengel endständigen Blätter und herabgekrümmten peitschenförmigen Aeste bedingt wird. Von rindenbewohnenden Formen sind die kleine, dichte, meist halbkugelige Polster bildenden Arten der Gattungen Grimmia und Orthotrichum zu nennen, die mit den vorigen gemeinsam sich durch am Hauptstengel endständige Archegonien und Sporenkapseln auszeichnen (akrokarpe Moose). Aus der Reihe der pleurokarpen Laubmoose mit auf besonderen kurzen Seitenzweigen entwickelten Archegonien und Sporenfrüchten ist die Gattung Hypnum L. nebst Verwandten die formenreichste: meist rasenförmig auftretende, oft große Flächen überziehende, reich verzweigte Arten, von denen das lebhaft grüne und regelmäßig fiederästige, aufrechte H. Schreberi Willd., das in Tracht und Form sehr veränderliche, meist liegende, gelbliche bis bräunliche H. cupressiforme L., das fein- und weichrasige gelblichgrüne H. serpens L. nebst vielen anderen zu den gemeinsten Waldbewohnern zählen.

---

145) Lorentz, Grundlinien zu einer vergleich. Anatomie d. Laubmoose; Jahrb. f. wissenschaftl. Bot. VI. 363, Taf. 21—28. Lorentz, Moosstudien; 4° mit 5 Taf., Leipzig 1864. Hofmeister, Vergleich. Untersuch. (Note 144). Schimper, Icones morphologicae atque organographicae introductionem synopsi muscorum europaeorum praemissam illustrantes; 4° mit 11 Taf. Stuttgart 1860. Kühn, Zur Entwickelungsgeschichte d. Andreaeaceen; in Schenk u. Luerssen, Mitth. a. d. Bot. I. 1, Taf. 1—10. Kienitz-Gerloff, Untersuch üb. d. Entwickelungsgesch. d. Laubmooskapsel; Botan. Zeit. 1878, S. 33, Taf. 1—3. Lantzius-Beninga, Beiträge z. Kenntnis d. inneren Baues d. Mooskapsel; Nova Acta Leopold. 1850, mit 4 Taf. Pringsheim, Ueber vegetative Sprossung d. Moosfrüchte; Jahrb. f. wissensch. Bot. XI. 1, Taf. 1, 2. H. Müller, Die Sporen- u. Zweigvorkeime d. Laubmoose; Arbeiten d. bot. Instit. Würzburg I. 475. Schimper, Synopsis muscorum europaeorum, 2. Bde., 2. Aufl., Stuttgart 1876. Bruch, Schimper u. Gümbel, Bryologia europaea; 6 Bde. 4° mit 640 Taf. Stuttgart 1836/55 u. Supplemente dazu 1864/66. K. Müller, Synopsis muscorum frondosorum; 2 Bde., Berlin 1849/51. K. Müller, Deutschlands Moose; Halle 1853. Milde, Bryologia silesiaca (Laubmoose v. Nord- u. Mitteldeutschl. 2c.); Leipzig 1869. Limpricht, Die Laubmoose, als 4. Bd. von Rabenhorst's Kryptogamenfl. Deutschl. Leipzig seit 1885, mit zahlr. Abbild. Weitere Citate der sehr reichen Litteratur a. a. O.

146) Schimper, Versuch einer Entwickelungsgesch. d. Torfmoose; fol. mit 27 Taf.; Stuttgart 1858. Russow, Beiträge z. Kenntnis d. Torfmoose; mit 5 Taf., Dorpat 1865. Warnstorf, Die europ. Torfmoose; Berlin 1881. Röll, Zur Systematik d. Torfm.; „Flora" 1885, S. 569. Limpricht, Zur System. d. Torfm.; Botan. Centralbl. VII. 311 u. X. 914; desgl. in Rabenh. Kryptogamenfl. v. D. (Note 145).

III. Gruppe. Pteridophyta, Farnpflanzen[147]).
(Cryptogamae vasculares, Gefäßbündel-Kryptogamen.)

§ 85. Wie den Moosen, so ist auch den Farnpflanzen (das Wort im weitesten Sinne gebraucht) ein scharf ausgeprägter Generationswechsel eigen, jedoch im umgekehrten entwickelungsgeschichtlichen Verhältnis. Aus der keimenden Spore geht unmittelbar die Geschlechtsgeneration als ein die Sexualorgane tragender Vorkeim hervor, der zum Unterschiede von demjenigen der Moose als Prothallium bezeichnet wird. Aus dem befruchteten Ei aber entwickelt sich die beblätterte Pflanze, welche somit dem Sporogonium der Moose homolog ist, nur auf der ersten Entwickelungsstufe als Embryo vom vergänglichen Prothallium ernährt wird und später als sporenbildende Organe auf ungeschlechtlichem Wege die Sporangien erzeugt.

Der Vorkeim ist bei den meisten Farnpflanzen ein kleiner chlorophyllhaltiger, aus der Spore frei vortretender und selbständig vegetierender Thallus, wird aber in den höheren und den Uebergang zu den Gymnospermen machenden Ordnungen allmählich reduziert, wobei er in der Spore ganz oder teilweise eingeschlossen bleibt. Die männlichen Organe sind wie bei den Moosen Antheridien[148]), die innerhalb ihrer sackartigen Wand die weniger zahlreichen Mutterzellen der Spermatozoiden einschließen und entweder als kleine, meist halbkugelige Zellenkörper über die Vorkeimfläche vorragen oder dem Prothalliumgewebe eingesenkt und zugleich mit ihm verwachsen sind. Die in gleicher Weise wie bei den Moosen (§ 80) entlassenen Spermatozoiden sind auch hier korkzieherartig gewundene Plasmakörper, welche jedoch an ihrer vorderen Windung meist zahlreiche bewegliche Wimpern tragen. Die Archegonien[149]) haben im wesentlichen denselben Bau wie bei den Moosen (§ 80), sind aber mit dem Bauchteile stets dem Vorkeime eingesenkt und mit ihm verwachsen. Der allein frei vorragende, in den höheren Ordnungen allmählig sich stark verkürzende Hals besitzt nur eine Halskanalzelle, öffnet sich übrigens aus gleichen Ursachen, wie bei den Moosen, und Eintritt der Spermatozoiden, Befruchtung der Eizelle und Umhüllung der letzteren mit Membran finden wie dort statt[150]).

§ 86. Aus dem befruchteten Ei entwickelt sich infolge sehr charakteristischer, gesetzmäßiger Teilungen ein im mitwachsenden Archegonbauche eingeschlossen bleibender kleiner, kugeliger bis ziemlich eiförmiger Gewebekörper, der Embryo[151]), an welchem sich in ganz bestimmter Orientierung die ersten Organe differenzieren: der kleine und zur künftigen Axe sich entwickelnde Stammscheitel, — ein oder (bei der höchsten Ordnung) zwei Blätter, die als Keimblätter (Kotyledonen) bezeichnet werden können, — und ihnen gegenüber die bei den Pteridophyten zum ersten Male erscheinende echte Wurzel, eine Keim-, Pfahl- oder Hauptwurzel, die allerdings nur kurze Dauer hat und bald durch aus der Axe oder den Blattstielbasen hervorbrechende Nebenwurzeln ersetzt wird. Nur vereinzelte Gattungen, von deutschen Salvinia, sind typisch wurzellos. Ein zwischen Wurzel und Stämmchen liegender vierter, wulstartig vortretender und die Ernährung des Embryo aus dem Prothallium vermittelnder Gewebeteil des Embryo, der Fuß, verschwindet später durch Verschmelzung mit dem Stämmchen.

Ohne in ein Ruhestadium zu treten, wächst der Embryo sofort zur allmählig erstarkenden Pflanze heran, die nun auch in anatomischer Beziehung den Moosen gegenüber einen Fortschritt, die auch den folgenden Samenpflanzen charakteristische Differenzierung in Haut-, Grund- und Fibrovasalgewebe zeigt. In den Fibrovasalsträngen (Gefäßbündeln) treten allerdings nur in einzelnen Fällen echte Gefäße auf. Das Fibrovasalgewebe tritt auch nicht wie bei den nächstanschließenden Gymnospermen und speziell den Koniferen zu mächtigen sekundären Holz- und Bastkörpern zusammen, sondern ist insofern demjenigen der Monokotylebonen ähnlich, als die meist

---

147) Sadebeck, Die Gefäßkryptogamen; in Encyklopädie d. Naturwissensch. 1. Abth. Handb. d. Bot. I. 147. Hofmeister, Vergleich. Untersuchungen (Note 144). Milde, Die höheren Sporenpflanzen Deutschlands u. d. Schweiz; Leipzig 1865. Milde, Filices europae et atlantidis; Leipzig 1867. Luerssen, Die Farnpflanzen, als 3. Bd. von Rabenhorst's Kryptogamenfl. Deutschlands, mit zahlr. Abbild., seit 1884. Hooker, Genera Filicium; mit 100 col. Taf., London 1842. Moore, Index Filicum; 8° mit 84 Taf. London 1857/63. Hooker et Baker, Synopsis Filicum; 2. Aufl. London 1874; Hooker, Species Filicum. 5 Bde. mit 304 Taf. London 1846/64. Baker, Handbook of the Fern-Allies; London 1887.

148) Kny, Ueber d. Bau u. d. Entwickelung d. Farnantheridiums; Monatsber. d. Berliner Acad. 1869, mit Taf. — Ferner die in Note 147 citierte Abhandl. Sadebecks u. d. im folg. unter d. Ordnungen u. Familien citierten Schriften.

149) Janczewski, a. d. Note 144 citierten Orte.

150) Strasburger, Die Befruchtung bei den Farnkräutern; Jahrb. f. wissenschaftl. Bot. VII. 390, Taf. 25, 26, wo weitere Litteratur angegeben. Desgl. die im folgenden citierten Monographien.

151) Kienitz-Gerloff, Entwickelung d. Embryo bei Pteris serrulata; Botan. Zeit. 1878, S. 50. Vouk, Die Entwickel. d. Embryo bei Asplenium; Sitzungsber. d. Wiener Acad. d. Wissensch. Bd. 76. Leitgeb, Zur Embryologie d. Farne; ebenda Bd. 77. Ferner die im folgenden citierten Spezialarbeiten.

konzentrisch gebauten Fibrovasalstränge im Grundgewebe zerstreut auftreten und zugleich als sogenannte geschlossene Stränge des Cambiums und somit des Dickenwachstums entbehren. Wo letzteres ausnahmsweise, wie bei Isoëtes, konstatiert wird, ist es auf andere Ursache zurückzuführen [152].

§ 87. Die Sporangien [153]) sind bei den meisten Gefäßkryptogamen Produkte der Blätter; nur selten (Selaginella) treten sie in den Blattachseln am Stämmchen auf. Sie sind je nach Ordnungen und Familien verschieden gebaute Gewebekörper, enthalten aber stets als Erzeugerin der Sporen eine charakteristische plasmareiche Zelle oder Gruppe von Zellen, das Archesporium, welches von der Sporangiumwand durch eine eigentümliche ein- oder mehrschichtige, gleichfalls plasmareiche Zellenlage, die Tapetenzellen (Mantelschicht) geschieden ist, welche später aufgelöst und meist zur Ernährung der wachsenden Sporen 2c. verwendet werden. Letztere entstehen wie bei den Moosen durch Vierteilung ihrer Mutterzellen, sind aber, von unwesentlichen Merkmalen abgesehen, bei den verschiedenen Klassen und Familien ihrer Funktion nach ungleichwertig. Die Farne (im engeren Sinne), Schachtelhalme und Bärlappe (vgl. § 3) erzeugen als isospore Pteridophyten nur einerlei Sporen, aus denen monöcische, selbständig vegetierende Prothallien hervorgehen, welche also beiderlei Geschlechtsorgane tragen oder zur Erzeugung derselben wenigstens fähig sind. Ihnen stehen die Wasserfarne, Brachsenkräuter und Moosbärlappe als heterospore Gefäßkryptogamen gegenüber, welche in zweierlei meist schon durch Größe und Form verschiedenen Sporangien zweierlei Sporen entwickeln: in Mikrosporangien die kleineren Mikrosporen, deren sehr rudimentäres männliches und meist in der Spore eingeschlossenes Prothallium nur ein Antheridium trägt, — und in Makrosporangien die größeren und in geringerer Zahl vorhandenen Makrosporen, deren nur Archegonien entwickelndes weibliches Prothallium mit der keimenden Spore gleichfalls in Verbindung bleibt. Das Exosporium der wie bei den Moosen (§ 81) organisierten Sporen nimmt an der Vorkeimentwickelung keinen Anteil.

§ 88. Die Pteridophyten lassen sich naturgemäß in drei Klassen verteilen, von denen die

5. Klasse der Filicinae, Farnkräuter,

den niedersten Rang einnimmt. Die Blätter sind hier im Verhältnis zu der nicht oder relativ wenig verzweigten Axe meist sehr kräftig entwickelt und tragen die Sporangien auf der Unterseite oder am Rande. Dabei sind die fruchtbaren Blätter von den sterilen zwar bisweilen in Größe und Form verschieden, doch nicht auf bestimmte Regionen der Axe beschränkt. Als hervorragendste wenn auch auf tieferer Entwickelungsstufe stehende Ordnung ist diejenige der

Filices, Farne im engeren Sinne [154])

zu nennen, welche mit fast 4000 Arten über die ganze Erde verbreitet, in den Tropen am formenreichsten entwickelt ist. Die Axe ist hier meist, z. B. bei Pteris aquilina, ein kriechendes und dann häufig auch verzweigtes oder, wie bei Aspidium Filix mas, ein kurzes, dickes, aufsteigendes oder aufrechtes Rhizom. Nur bei den meisten palmenähnlichen Mitgliedern der kleinen Ordnung der Cyatheaceen und wenigen anderen erhebt sich der säulenförmige und gewöhnlich auch unverzweigte Stamm bis zur Höhe von 15 m und darüber. Bei den niedrigst entwickelten Formen bedecken Haare, bei der Mehrzahl bald trocken werdende Schuppen (Spreuschuppen) wenigstens die jüngeren Axenteile und gewöhnlich auch den unteren Teil der Blattstiele, oft das ganze Blatt. Wurzeln sind meist zahlreich und häufig als dichtes Geflecht die Axe einhüllend vorhanden. Die äußerst mannigfaltig gestalteten, bald einfachen, in der Regel aber verschieden und nicht selten fein geteilten Blätter erreichen im Verhältnis zum Stamme meist bedeutende Dimensionen, sind in der Knospe spiralig nach vorne eingerollt, durch lang andauerndes, unter allmähliger Aufrollung stattfindendes Spitzenwachstum ausgezeichnet, und zeigen eine sehr verschieden ausgebildete und für die Systematik oft wichtige Nervatur der Spreite [155]). Die fruchtbaren Blätter oder Blattabschnitte sind von den sterilen bisweilen durch Größe und Form unterschieden, wie Blechnum Spicant für den ersteren, Osmunda regalis und Ophioglossum für den zweiten Fall beweisen. Bezüglich der Ausbildung der Sporen und Vorkeime gehören die Farne dem isosporen Typus (§ 87) der Gruppe an; in der Entwickelung, dem Bau und

---

152) De Bary, Vergleich. Anatomie d. Vegetationsorgane d. Phanerogamen u. Farne (Leipzig 1877), S. 289 u. folg., wo weitere Litt. angegeben.

153) Göbel, Beiträge z. vergleich. Entwickelungsgesch. d. Sporangien; Botan. Zeit. 1880, S. 545, Taf. 8 u. 1881, S. 681, Taf. 6; hier weitere Litteratur.

154) Außer den in Note 147 genannten größeren systemat. Werken speziell noch: Smith, Historia Filicum; 8° mit 30 Taf., London 1875. Fée, Genera Filicum. Polypodiacées; 4° mit 30 Taf. Paris u. Straßburg 1850/52. Bommer, Monographie de la classe des Fougères, Classification; Bullet. de la soc. roy. de botanique de Belgique V.

155) Presl, Tentamen Pteridographiae; 8° mit 12 Taf., Prag 1836. Ettingshausen, Beiträge zur Kenntniß d. Flächenskelete d. Farnkräuter; Denkschriften d. Wiener Acad. d. Wissensch. XXII u. XXIII, mit 42 Taf. Ettingshausen, Die Farnkräuter d. Jetztwelt; 4° mit 180 Taf.; Wien 1864.

der Stellung der Sporangien machen sich jedoch gewisse für die Familien charakteristische Unterschiede geltend.

§ 89. Die artenreiche Familie der Polypodiaceae trägt die Sporangien nur selten über die gesamte Blattunterseite gleichmäßig verteilt; meist stehen sie auf der Unterseite oder am Rande des Blattes in Gruppen (sori) bestimmter Form, auf dem Ende, dem Rücken oder an der Seite eines Nerven, entweder nackt oder von einer charakteristisch gestalteten Hülle, dem Schleier oder Indusium[156]) bedeckt oder eingeschlossen oder vom umgeschlagenen Blattrande geschützt. Das die Sori tragende Gewebepolster wird als Rezeptakulum bezeichnet. Auf ihm entstehen die manchmal mit Haaren (Paraphysen) gemischten Sporangien[157]), aus je einer sich vorwölbenden und gesetzmäßig teilenden Oberflächenzelle als zuletzt gestielte Kapseln, in deren einschichtiger Wand eine vertikal über den Rücken und Scheitel verlaufende, aber auf der Vorderseite eine zartzellige Stelle (das Stomium) freilassende Reihe eigentümlich verdickter Zellen, der Ring (annulus), differenziert wird, welcher infolge Austrocknung und Streckung bei der Reife des Sporangiums im Stomium mit einem Querspalt aufreißt und dadurch die Ausstreuung der Sporen bewirkt. Die letzteren liefern bei der Keimung bis ca. 1 cm im Durchmesser haltende laubartige, herzförmige, lebhaft grüne und sehr zarte, oberirdisch vegetierende, monöcische Prothallien mit freien, halbkugeligen Antheridien[158]).

Von den waldbewohnenden Arten dieser Familie sind als die häufigsten zu nennen: Polypodium vulgare L. (Tüpfelfarn) mit lanzettlichen einfach-fiederschnittigen, derben, von dem kriechenden Rhizome beim Abwerfen scharf mit Narbe abgliedernden Blättern, — Phegopteris polypodioides Feé (Buchenfarn) und Ph. Dryopteris Feé (Eichenfarn) mit gleichfalls kriechenden Rhizomen aber nicht abgliedernden zarten, mehr oder weniger deltaförmigen, bei ersterer Art fast doppelt-fiederschnittigen, bei letzterer dreifach zusammengesetzten Blättern, alle drei mit nackten, rundlichen Sporangienhaufen. Der als kaum ausrottbares Unkraut auftretende Adlerfarn, Pteris aquilina L., ist durch unterirdisch weit kriechendes Rhizom, sehr große dreizählige und dreifach-fiederschnittige Blätter und in langer Linie randständige, unter dem umgeschlagenen Fiederrande versteckte, außerdem aber auch noch ein langes, schmales Indusium besitzende Sori ausgezeichnet. Unter den folgenden Formen mit auf kurzem, aufrechtem Rhizome dicht büschelig gedrängten Blättern ist Blechnum Spicant Roth (Rippenfarn) durch einfach-fiederschnittige derbe Blätter ausgezeichnet, von denen die längeren und schmalfiederigeren aufrechten fruchtbaren zu beiden Seiten der Mittelrippen linealische Sori mit gleichgestalteten Schleiern tragen. Auch Onoclea Struthiopteris Hoffm. (Straußfarn) trägt innerhalb eines eleganten Trichters großer, doppelt-fiederteiliger unfruchtbarer Blätter kleinere braune und einfach gefiederte mit fast walzenförmigen, schwach knotigen Fiedern. Von Aspidium mit rundlich-nierenförmigen, in der Einbuchtung angehefteten Schleiern sind A. Filix mas Sw. (Wurmfarn) mit doppelt-fiederschnittigen, stumpfgesägten Blättern und A. spinulosum Sw. (Dornfarn) mit 3—4fach-fiederschnittigen und dornig gesägten Blättern die häufigsten Arten. Von ersterer ist der frische Wurzelstock als Bandwurmmittel arzneilich. Aus der Gattung Asplenium endlich, die sich durch seitlich am Nerven verlaufende linienförmige oder teilweise hakig gekrümmte Sori und ebensolche Schleier auszeichnet, ist A. Filix femina Bernh. (weiblicher Milzfarn) die häufigste und zugleich größt- und feinblätterigste, habituell an die genannten Aspidien erinnernde Art.

Eine zweite deutsche, den Polypodiaceen nahestehende und besonders im Baue ꝛc. der Vorkeime gleichende Familie ist diejenige der Osmundaceae[159]), bei welcher aber die kurz gestielten birnförmigen Sporangien nur einen rudimentären, aus einer kleinen Gruppe dickwandiger Zellen bestehenden Ring besitzen und mit Längsspalt sich öffnen. Sie ist bei uns nur durch den auf Torf- und Sumpfboden der Moore und Wälder wachsenden Königsfarn, Osmunda regalis L., vertreten, bei welchem die Sporangien normal den oberen braunen, rispenartigen Teil der großen, doppeltgefiederten Blätter besetzen.

Dagegen ist die Familie der Ophioglossaceae[160]) sowohl durch die unterirdisch

---

156) Burck, Over de ontwikkelingsgeschiedenis en den aard van het indusium der varens; 8° mit 2 Taf. Harlem 1874.

157) Reeß, Zur Entwickelungsgesch. d. Polypodiaceen-Sporangiums; Jahrb. f. wissensch. Bot. V. 217, Taf. 20—22; desgl. Botan. Zeit. 1867, S. 198.

158) Kny, Die Entwickelung der Parkeriaceen; Nova acta XXXVII, No. 4, Taf. 18—25 (Dresden 1875). Pedersen, Beitrag z. Entwickelungsgesch. d. Vorkeims d. Polypod., in Schenk u. Luerssen, Mittheil. a. d. Bot. II. 130, Taf. 8. Göbel, Entwickelungsgesch. d. Prothalliums v. Gymnogramme; Botan. Zeit. 1877, S. 671, Taf. 12.

159) Milde, Monographia generis Osmundae; aus Verhandl. d. zool.-bot. Gesellsch. Wien 1868; 8° mit 8 Taf. Kny, Beiträge z. Entwickelungsgesch. d. Farnkr., Jahrb. f. wissensch. Bot. VIII. 1, Taf. 1—3. Luerssen, Zur Keimungsgesch. d. Osmundaceen; in Schenk und Luerssen, Mittheil. a. d. Bot. I. 460, Taf. 23, 24.

160) Holle, Ueber Bau u. Entwickelung d. Vegetationsorgane d. Ophioglosseen; Bot. Zeit. 1875, S. 241, Taf. 3, 4. Hofmeister, Keimung u. Entwickelung d. Botrychium Lunaria; Abhandl. d. sächs. Gesellsch. d. Wissensch. V. 657, Taf. 12. Milde, Monographia Botrychiorum; Verhandl. d. zool.-botan. Ges. Wien 1869, S. 55, Taf. 7—9.

aber selbständig vegetierenden, knollen- bis wurmförmigen, chlorophyllosen Vorkeime mit völlig eingesenkten Antheridien, als auch durch die in der Knospe nicht spiralig gerollten, zu ihrer Entwickelung vier Jahre gebrauchenden und jährlich meist nur einzeln über die Erde vortretenden Blätter und durch abweichende Sporangienbildung sehr verschieden. Bei der zerstreut namentlich auf Wiesen wachsenden Natterzunge (Ophioglossum vulgatum L.) trägt das lang gestielte Blatt am Grunde seiner meist eiförmigen Spreite einen besonderen fruchtbaren, gestielten, ährenförmigen Blattabschnitt, dem die zweireihig angeordneten und reif mit Querspalt sich öffnenden Sporangien völlig eingesenkt sind. Bei dem ähnlich gegliederten Botrychium Lunaria Sw. ist der sterile Blattabschnitt einfach-, der rispenartige fruchtbare doppelt-fiederschnittig und die Sporangien treten frei hervor. Bei beiden aber sind die aus einer Zellengruppe hervorgegangenen Sporangien ohne Ring.

§ 90. In bezug auf die Anlage und ersten Entwickelungsstadien der Sporangien schließt sich die Ordnung der

Hydropterides, Wasserfarne,

den echten Farnen eng an. In der weiteren Entwickelung weicht sie aber dadurch ab, daß die ringlosen, zarte Zellensäcke bildenden Sporangien heterospor (§ 87) werden. Dazu kommt noch die Umgestaltung der fruchtbaren Blattabschnitte zu eigentümlichen geschlossenen, kapselartigen Sporenfrüchten, welche in Gemeinschaft mit dem abweichenden Habitus die hierher gehörenden Formen dem Laien kaum als Farne gelten lassen. Die bei uns die kleine Familie der Salviniaceae vertretende Salvinia natans All.[161]) ist eine zarte einjährige, auf stehenden Gewässern schwimmende Pflanze, welche an dem dünnen Stengel in dreigliederigen Quirlen je zwei auf dem Wasser schwimmende elliptische, in der Knospe gefaltete „Luftblätter" und ein ins Wasser herabhängendes eigentümliches, in zarte wurzelartige Fasern geteiltes und die typisch fehlende Wurzel physiologisch vertretendes „Wasserblatt" entwickelt. Zwischen den Zipfeln des letzteren sitzen als selbst metamorphosierte Blattzipfel Knäuel etwa erbsengroßer, abgeflacht-kugeliger, gerippter, einfächeriger Sporenfrüchte, von denen einige zahlreiche langgestielte kugelige Mikrosporangien mit vielen auch bei der Keimung das Sporangium nicht verlassenden Mikrosporen, andere weniger zahlreiche kurzgestielte eiförmige, je nur eine große Makrospore enthaltende Makrosporangien einschließen. Das männliche Prothallium bricht bei der Keimung als kurzer, ein endständiges Antheridium entwickelnder Schlauch hervor und das weibliche Prothallium bleibt als chlorophyllhaltiger sattelförmiger Gewebekörper dem Scheitel der es ernährenden Makrospore anhaften.

Die zweite kleine, meist sumpfige Lokalitäten, Teich- und Grabenränder bewohnende Familie der Marsiliaceae[162]) enthält Pflanzen mit kriechenden Rhizomen und in der Knospe spiralig eingerollten, bei Pilularia globulifera L. (Pillenkraut) einfach pfriemenförmigen, bei Marsilia quadrifolia L. (Kleefarn) langgestielten und kleeartig vierfiederigen Blättern. Erstere Art trägt die erbsengroßen kugeligen, äußerst kurz gestielten Sporenfrüchte in den Blattachseln und enthält in jedem der vier vertikalen Fächer derselben sowohl Makrosporangien mit je einer Makrospore, als auch Mikrosporangien mit vielen Mikrosporen. Marsilia besitzt bohnenförmige, auf langen Stielen dem Grunde des Blattstieles entspringende Sporenfrüchte mit vielen Querfächern und beiderlei Sporangien in denselben. Bei beiden aber ist das männliche Prothallium auf eine sehr kleine vegetative Zelle und ein großes mit voriger in der Mikrospore eingeschlossen bleibendes Antheridium reduziert, und auch der im Scheitel der Makrospore steckenbleibende weibliche Vorkeim wenigzellig und mit nur einem großen Archegonium versehen. Die Embryoentwickelung schließt sich derjenigen der Farne eng an.

§ 91. Von den Filicinen unterscheidet sich die

6. Klasse der Equisetinae, Schachtelhalme,[163])

mit ihrer einzigen 25 Arten zählenden und mit Ausnahme Neuhollands über die ganze Erde verbreiteten Gattung Equisetum, Schachtelhalm, zunächst durch den sehr regelmäßigen äußeren

161) Pringsheim, Zur Morphologie d. S. n.; Jahrbüch. f. wissensch. Bot III. 484, Taf. 24—29. Juráncase, Ueb. d. Entwickel. d. Sporangien u. Sporen d. S. n. Berlin 1873, mit 2 Taf.

162) Russow, Vergleich. Untersuchungen rc., ausgehend von der Betrachtung d. M.; Mémoires de l'acad. imper. d. scienc. de St. Pétersbourg, 7. sér. XIX, no. 1, mit 11 Taf. Hanstein, Pilulariae globuliferae generatio cum Marsilia comparata; Bonn 1866. Hanstein, Die Befrucht. d. Gatt. Marsilia; Jahrb. f. wissensch. Bot. IV. 197, Taf. 10—14. A. Braun, Ueber d. Marsiliaceen-Gatt. M. u. P; Sitzungsber. d. Berliner Akad. d. Wissensch. 1863, 1870 u. 1872 rc.

163) Reeß, Zur Entwickelungsgesch. d. Stammspitze v. Equis.; Jahrb. f. wissensch. Bot. VI. 209, Taf. 10, 11. Janczewski, Recherches sur le développement des bourgeons dans les Prêles; Mém. de la soc. nation. d. scienc. natur. Cherbourg XX. Hofmeister, Ueber d. Keimung d. Equis.; Abhandl. d. sächs. Akad. d. Wissensch. IV. 168, Taf. 17, 18. Sadebeck,

Aufbau. Sowohl die unterirdisch weit kriechenden, verzweigten Rhizome, als auch die oberirdischen Sprosse sind in deutliche cylindrische, meist hohle Internodien gegliedert, die durch niedrige Knoten (Scheidewände) getrennt werden, oberflächlich gewöhnlich mit Längsfurchen (Rillen) regelmäßig abwechselnde Längsrippen (Riefen) zeigen und sowohl in dem unter den Rillen liegenden Parenchym, als in den unter den Riefen längsverlaufenden Gefäßbündeln noch je einen Luftkanal führen. An den Knoten stehen die zu einer gezähnten, den unteren Teil des nächsten Internodiums umfassenden geschlossenen Scheide verwachsenen, im Verhältnis zur Axe gering entwickelten Blätter. Sind die oberirdischen Sprosse verzweigt, so entspringen die den Bau der Hauptaxe im kleinen wiederholenden Aeste meist regelmäßig quirlig in der Achsel der Blattscheide und letztere am Grunde durchbrechend in den Lücken zwischen je zwei Zähnen derselben. Dazu ist in die Wände der Oberhautzellen Kieselerde in solcher Menge eingelagert, daß dieselbe nach Zerstörung der organischen Substanz als ein die Struktureigentümlichkeiten der Zellwände wiedergebendes Aschenskelet zurückbleibt.

Die Sporangien werden stets am Ende der fruchtbaren Sprosse auf eigentümlich umgestalteten, in zahlreichen Quirlen zu einer Aehre geordneten Blättern entwickelt. Jedes dieser Blättchen ist ein gestieltes polygonales Schildchen, das am Rande seiner Unterseite meist 5—10 säckchenförmige, zarte, häutige, ringlose und gegen den Trägerstiel mit Längsspalt sich öffnende Sporangien trägt. Diese werden als Gewebehöcker angelegt, besitzen ein einzelliges Archesporium und entwickeln nur einerlei kugelige, chlorophyllhaltige Sporen, deren äußere und nur an einer Stelle mit der Innenhaut in Verbindung bleibende Membran kurz vor der Reife in zwei sehr hygroskopische Schraubenbänder, die Schleuderer oder Elateren, gespalten wird. Letztere rollen sich beim Austrocknen der geöffneten Sporangien ab und lassen die gesamten Sporen als flockige Masse austreten und leicht verwehen.

Die aus den Sporen hervorgehenden oberirdisch und selbständig vegetierenden, chlorophyllhaltigen, laubartigen und lappig verzweigten Vorkeime sind zwar der Regel nach diöcisch, die kleineren männlich, die größeren weiblich, können sich aber auch monöcisch entwickeln.

Für die Systematik der Schachtelhalme ist neben dem hier nicht zu erörternden anatomischen Baue, speziell der Stengeloberhaut, die verschiedenartige Ausbildung der fruchtbaren Sprosse von Wichtigkeit. Bei einer ersten Artengruppe sind fruchtbare und sterile oberirdische Sprosse ungleich (Equiseta heterophyadica), die letzteren chlorophyllgrün und quirlig verzweigt, die ersteren ohne Chlorophyll, bleich oder rötlich, astlos. Diese Fruchtsprosse erscheinen dann entweder vor den sterilen Trieben und sterben nach Ausstreuung der Sporen ab, wie bei dem überall gemeinen E. arvense L.; oder sie ergrünen und verzweigen sich nach der Sporenreife und werden den gleichzeitig oder wenig später erscheinenden sterilen Sprossen ähnlich, wie bei dem verbreiteten waldbewohnenden E. silvaticum L. In der zweiten Artengruppe sind fruchtbare und unfruchtbare Sprosse gleichgestaltet und grün (Equiseta homophyadica), dabei normal astlos und sehr rauh (E. hiemale L. der Wälder), oder bald astlos, bald verzweigt, ohne Rillen und glatt (E. limosum L. der Sümpfe und Teichränder), oder etwas rauh, gefurcht und meist quirlästig (E. palustre L. der Sumpfwiesen und überhaupt nasser Lokalitäten) 2c.

§ 92. Als letzte und höchstentwickelte Pteridophyten fassen wir in der

7. Klasse der Lycopodinae, Bärlappgewächse,

Formen zusammen, welche sich durch im allgemeinen kleine, einfache, nur mit einem Mittelnerven versehene und nie zu Scheiden (wie bei den Equiseten) verwachsene Blätter, sowie durch die häufig gabelige Verzweigung von Stamm und Wurzeln charakterisieren. Die stets ringlosen und meist relativ derbwandigen Sporangien werden aus einer Zellengruppe einzeln auf der Oberseite der Blattbasis oder in der Blattachsel an der Axe entwickelt, und sind meistens auch am Ende der Sprosse mit den abweichend gestalteten fruchtbaren Blättern zu einer Aehre geordnet. Von den hierher gehörenden Ordnungen ist diejenige der

Lycopodiaceae, Bärlappe[164])

bei uns nur durch die Gattung Lycopodium vertreten. Die meist kriechenden und mehr oder weniger verzweigten Stämme derselben sind entweder dicht und allseitig abstehend spiralig

---

Die Entwickel. d. Keimes d. Schachtelhalme; Jahrb. f. wissensch. Bot. XI. 575, Taf. 35—37. Hofmeister, Ueb. d. Entwickel. d. Sporen v. Equis.; ebenda III. 283. Duval-Jouve, Histoire naturelle des Equis. de France; 4° mit 10 Taf. Paris 1864. Milde, Monographia Equisetorum; Nova Acta Acad. Leopold. XXXII, 2. Theil, mit 35 Taf.

164) Hegelmaier, Zur Morphologie d. Gatt. Lycop., Botan. Zeit. 1872, S. 773, Taf. 10—12. Strasburger, Einige Bemerkung. üb. Lycop.; Botan. Zeit. 1873, S. 81. Hegelmaier, Zur Genese d. Sporensäcke v. Lycop.; Bot. Zeit. 1874, S. 513. De Bary, Ueb. d. Keimung d. Lycop.; Sitzungsber. d. naturf. Gesellsch. zu Freiburg i. B. 1858. Fankhauser, Ueb. d. Vorkeime v. Lycop.; Bot. Zeit. Zeit. 1873, S. 1, Taf. 1. Treub, Etudes sur les Lycopodiacées (Prothallium); Annales du jardin botanique de Buitenzorg IV. 107, Taf. 9—17 u. V. 78. Göbel, Ueb. Prothallien u. Keimpflanzen von Lyc. inundatum; Bot. Zeit. 1887,

beblättert, wie bei L. clavatum L. und L. annotinum L. unserer Wälder; oder die Blätter stehen nach Art derjenigen der Lebensbäume in abwechselnden zweigliederigen Quirlen, sind angedrückt-schuppenförmig und zweigestaltig und die Zweige daher abgeflacht, wie bei L. complanatum L. In beiden Fällen sind die Blätter klein und einnervig. Die rundlichen bis nierenförmigen, kaum gestielten bis sitzenden und bei der Reife mittelst Querspalt über den Scheitel muschelförmig sich öffnenden Sporangien entwickeln nur einerlei Sporen. Bisweilen sind die fruchtbaren Blätter von den sterilen nicht verschieden und die Sporangien dann auf keine bestimmte Stammregion beschränkt (L. Selago L.). Gewöhnlich jedoch sind die fertilen und anders gestalteten Blätter zu an den Sproßenden einzeln ungestielten (L. annotinum) oder je zwei und mehr gebüschelten gestielten Aehren (L. clavatum, complanatum) angeordnet. Die nur in einzelnen Fällen bekannten selbständig vegetierenden und monöcischen Vorkeime sind je nach Arten auffallend verschieden: unterirdische knollenförmige, chlorophyllose, saprophytisch lebende Gewebekörper, denen der Ophioglossaceen (§ 89) ähnlich, z. B. bei L. annotinum; mit knolliger Basis im Boden steckende und mit chlorophyllhaltigen, laubigen Lappen frei aus der Erde vorragende, der Assimilation fähige Gebilde bei L. inundatum. In beiden Fällen sind die Antheridien den Prothallien eingesenkt, die Archegonien durch bereits sehr verkürzten Hals ausgezeichnet.

§ 93. Die zweite kleine, nur die Gattung Isoëtes enthaltende Ordnung der

Isoëtaceae, Brachsenkräuter[165]),

tritt uns in der häufigsten deutschen Art, der auf dem Grunde von Teichen und Seen lebenden I. lacustris L. als kleine binsenähnliche Pflanze mit kurzem knolligem Stamme und zahlreichen, 10 und mehr cm langen pfriemenförmigen, von Luftkanälen durchzogenen Blättern entgegen. Letztere tragen in regelmäßigem Wechsel und in eine Grube der scheidenförmig verbreiterten Blattbasis eingeschlossen Makro- und Mikrosporangien, beide sitzend, eiförmig, weiß, durch Gewebeplatten unvollständig gefächert und bei der Reife durch Fäulnis sich öffnend, die einen mit zahlreichen schief-citronenförmigen Mikrosporen, die anderen mit weniger zahlreichen kugeltetraëdrischen Makrosporen. Das aus einer sehr kleinen vegetativen Zelle und einem großen Antheridium bestehende männliche Prothallium bleibt in der keimenden Mikrospore eingeschlossen. Der weibliche Vorkeim füllt als ein relativ wenigzelliger kugeltetraëdrischer, chlorophyllhaltiger Gewebekörper die Makrospore völlig aus und schaut nur mit dem äußerst kurzhalsigem Archegonium zum aufgerissenen Sporenscheitel hervor. Die erste Gliederung des Embryo findet hier im wesentlichen noch wie bei den voraufgehenden Klassen resp. Ordnungen statt, während die folgende und letzte Ordnung der

Selaginellaceae, Moosbärlappe,[166])

auch hierin Abweichungen zeigt, die bereits nach den Blütenpflanzen hinüberdeuten. In der Tracht sind die Arten der einzigen Gattung Selaginella bald den Lycopodien, bald Moosen ähnlich, im ersteren Falle vielzeilig spiralig beblättert, im letzteren mit dicht gedrängten abwechselnden, zweigliederigen und ungleichblätterigen Quirlen so besetzt, daß zwei Zeilen größerer Blätter auf der Oberseite, zwei Reihen kleinerer Blätter auf der Unterseite der meist kriechenden Stämmchen resp. Aeste stehen. In allen Fällen sind die Blätter klein und einnervig. Die heterosporen, kurz gestielten, ziemlich derbwandigen und mit Scheitelriß sich öffnenden Sporangien entstehen frei an der Stammoberfläche in der Blattachsel, rücken später jedoch meist auf die Blattbasis hinüber und bilden mit ihren meist abweichend gestalteten Tragblättern endständige Aehren, in denen die Makrosporangien gewöhnlich den unteren Teil einnehmen. Letztere sind außer an der oft abweichenden Färbung daran kenntlich, daß die vier kugeltetraëdrischen Makrosporen ihnen infolge ihrer Lagerung eine schwach dreibuckelige Form geben, während die etwas kleineren und zahlreiche kugeltetraëdrische Mikrosporen enthaltenden Mikrosporangien eiförmig sind.

Charakteristisch für die Selaginellen ist es, daß die Entwickelung der Prothallien bereits

S. 161, Taf. 2. Spring, Monographie de la famille des Lycopodiacées; Mémoires de l'acad. roy. de Belgique XV, XXIV (1842/49).

165) Hofmeister, Die Entwickelungsgesch. d. Isoëtes lacustris; Abhandl. d. sächs. Gesellsch. d. Wissensch. IV. 123, Taf. 2—16. Hegelmaier, Zur Kenntniß einiger Lycopodinen; Bot. Zeit. 1874, S. 481. Millardet, Le prothallium male des cryptogames vasculaires; Straßburg 1869. Tschistiakoff, Ueber Sporenentwickl. v. Isoëtes; im Nuovo giornale botanico italiano 1873, S. 207. Kienitz-Gerloff, Ueber Wachsthum u. Zelltheilung u. die Entwickel. d. Embryos v. I. lac.; Botan. Zeit. 1881, S. 761, Taf. 8. A. Braun, Zwei deutsche Isoëtes-Arten; Verhandl. d. bot. Ver. d. Prov. Brandenb. 1862. Motelay et Vendryès, Monographie des Isoëteae; 8° mit 10 Taf. Bordeaux 1884.

166) Treub, Recherches sur les organes de la végétation du Selag.; Musée botanique de Leyde II. Pfeffer, Die Entwickelung des Keimes d. Gatt. Selag.; in Hansteins bot. Abhandl. Heft 4 mit 6 Taf. Bonn 1871. Spring, Monographie de la famille des Lycopodiacées (Note 164). Außerdem z. Th. die in Note 164 u. 165 genannten Schriften.

im geschlossenen Sporangium in der noch nicht völlig ausgereiften Spore beginnt, ein Entwickelungsmodus, der augenfällig auf die Blütenpflanzen, speziell Gymnospermen, hindeutet. Das männliche Prothallium verhält sich wie bei den Isoëten (s. diese); der weibliche Vorkeim füllt jedoch nur den Scheitelteil der Makrospore als ein meniskenförmiges, chlorophyllhaltiges Gewebe aus, das mit seinem die ganz eingesenkten Archegonien tragenden Scheitel später nur wenig aus der aufreißenden Sporenmembran vorragt. Ein weiterer wesentlicher Charakter liegt dann darin, daß in dem unter dem weiblichen Prothallium befindlichen Sporenraume und später als letzteres und von ihm ganz unabhängig sich ein zartzelliges, an Reservestoffen reiches Gewebe differenziert, daß wir besonders auch noch mit Rücksicht auf seine physiologische Funktion — als der Ernährung des Embryo dienend — wie das entsprechende Gewebe im Keimsacke der angiospermen Blütenpflanzen als Endosperm bezeichnen dürfen. Die Befruchtung erfolgt wie bei den übrigen Pteridophyten. In der Entwickelung des Embryo aber schließen sich die Selaginellen insofern wieder den Blütenpflanzen an, als das befruchtete Ei zuerst durch eine Querwand geteilt wird und von den beiden so entstandenen Zellen nur die dem Archegonhalse abgewendete Zelle sich zum Embryo ausbildet, während die über ihr gelegene Zelle sich zu einem ziemlich langen und später im unteren Ende meist noch Zellteilungen erfahrenden Schlauche streckt: dem den übrigen Pteridophyten fehlenden, bei den meisten Blütenpflanzen aber gleichfalls vorhandenen Embryoträger. Derselbe schiebt den jungen Embryo abwärts durch das Vorkeimgewebe in das Endosperm hinein, wo sich der Keimling unter allmähliger Resorption des Endosperms entwickelt, bis er ohne Einschaltung eines Ruhestadiums als kleines mit Wurzel, hypokotylem Gliede und zwei gegenständigen Cotyledonen versehenes Pflänzchen zur Spore herauswächst.

Von den beiden deutschen gebirgsbewohnenden Arten ist **S. spinulosa A. Br.** die verbreitetste.

II. Abteilung. Spermaphyta, Samenpflanzen.

(Anthophyta, Blütenpflanzen. — Phanerogamae, Phanerogamen [167]).

Die kurze Charakteristik dieser Abteilung und ihrer Gruppen wurde schon im § 3 gegeben. Das folgende soll das dort Gesagte weiter erläutern.

§ 94. Mit ganz vereinzelten Ausnahmen, wie den tropenbewohnenden parasitischen Rafflesiaceen, deren vegetativer Körper als Thallus bezeichnet werden darf, zeigen die Samenpflanzen wie die Pteridophyten Gliederung in Axe, Blätter und Wurzeln; doch kommen auch hier vereinzelte wurzellose Formen vor, wie z. B. unter den Teichlinsen (Lemna arrhiza) und Orchideen (Epipogon, Coralliorrhiza). Axe und Blätter, resp. die Sprosse, welche wie die Wurzel mit seltenen Ausnahmen (Arten von Lemna) Fibrovasalstränge ausbilden, zeigen in bezug auf äußere Form, inneren Bau und Entwickelung eine weitgehende Mannigfaltigkeit, die ihren Gipfelpunkt in den die Geschlechtsblätter tragenden Sprossen, den Blüten, erreicht [168]). Verstehen wir unter „Blüthe" einen begrenzten Sproß, dessen (von den unfruchtbaren meist stark abweichende) Blätter die Sexualorgane tragen, so können wir allerdings auch die Sporangienähren von Selaginella ꝛc. (§ 93) schon als Blüthen bezeichnen, um so mehr, als Sporangien und Antheren resp. Samenknospen gleichwertige Gebilde sind. Andererseits entwickeln — ein unter sämtlichen Blüthenpflanzen einzig dastehender Fall — die weiblichen Pflanzen von Cycas keine Blüthen, sondern bei ihnen treten sterile und fruchtbare Blätter in regelmäßiger Folge auf, wie unter den Farnen z. B. bei Blechnum Spicant und Onoclea Struthiopteris (§ 89).

Wie bei den heterosporen Lycopodineen, ist die Entwickelung der männlichen und weiblichen Organe der Blüthenpflanzen mit sehr seltenen Ausnahmen an Blätter und stets an verschiedene Blätter gebunden. Den die Mikrosporangien tragenden Sporophyllen entsprechen die Staubblätter (Staubgefäße) der Phanerogamenblüthe, welche bei den Cycadeen noch verhältnismäßig groß sind und unterseits auch meist zahlreiche und oft wie bei den Farnen in Gruppen (Sori) geordnete, den Mikrosporangien homologe Pollensäcke tragen. Bei den Coniferen sind die Staubblätter schon bedeutend verkleinert und metamorphosiert, doch allermeist noch mit deutlicher Spreite versehen, welche unterseits nur wenige, bei der Mehrzahl nur zwei große Pollensäcke entwickelt. Eine noch weitergehende Differenzierung zeigen dagegen die Staubblätter der meisten Angiospermen dadurch, daß ihr basaler Teil sich zu einem stielartigen Träger, dem Staubfaden (Filament), umgestaltet, der am Ende oder unterhalb seines oberen Endes ein oder meist zwei Paar Pollensäcke trägt, die in ihrer Gesamtheit als Anthere, die

---

167) Auf diese Abteilung bezieht sich ausschließlich oder der Hauptsache nach die Mehrzahl der Eingangs unter der Litteratur 1, ferner in den Noten 5, 7 und 11 erwähnten Werke, die daher im folgenden unter den einzelnen Familien nicht mehr citiert werden. — Luerssen, Handb. d. system. Bot. Bd. II. Phanerogamen; Leipzig 1882.

168) Hofmeister, Allgemeine Morphologie d. Gewächse: Leipzig 1868. Göbel, Vergleichende Entwickelungsgeschichte d. Pflanzenorgane; Encyklopädie d. Naturw., Handb. d. Bot. III. 1. Abt. S. 99. De Bary, Vergleich. Anatomie d. Vegetationsorgane der Phanerogamen und Farne. Leipzig 1877.

sie verbindende Fortsetzung des Filamentes als Mittelband (Connectiv) bezeichnet werden. Durch das Connectiv erscheint die Anthere meist deutlich in zwei Längshälften zerlegt. Trägt jede der letzteren zwei Pollensäcke, so pflegen dieselben der Länge nach unter einander, nicht selten auch mit dem zweiten Paare verwachsen zu sein, so daß die Anthere auf Querschnitten zwei- oder vierfächerig erscheint. Sind die Pollensäcke resp. Antherenfächer dem Centrum der Blüthe zugewendet, so ist die Anthere eine introrse, sind sie nach außen gekehrt, eine extrorse. Der in den Pollensäcken erzeugte Blütenstaub oder Pollen entspricht den Mikrosporen der heterosporen Pteridophyten. Die ganze Homologie der genannten Organe geht aber sowohl aus dem Baue, wie namentlich aus der gesamten Entwickelungsgeschichte derselben hervor. Das Mikrosporangium von Selaginella und der Pollensack von Cycas, Juniperus, sind nicht nur äußerlich fast gleich gestaltet, sondern sie zeigen auch alle, und im allmählichen Anschlusse daran die Pollensäcke der Abietineen wie der Angiospermen, im wesentlichen die gleiche Entstehung aus einer Gruppe von Oberflächenzellen, die mehrschichtige Wand, das charakteristische und das Mutterzellgewebe der Mikrosporen resp. Pollenzellen erzeugende Archesporium, die von letzterem abgeschiedenen und später zur Ernährung der jugendlichen Pollenkörner wieder resorbierten Tapeten- oder Mantelzellen (§ 87) und endlich den wesentlich gleichen Bau des Pollen mit den Mikrosporen und dieselbe Bildungsweise von je 4 Pollenzellen in einer Mutterzelle[169]).

Die Uebereinstimmung geht aber noch weiter! Schon vor der Ausstäubung wird in dem einzelnen Pollenkorne der Gymnospermen wie in der Mikrospore der Selaginellen infolge charakteristischer Teilungsvorgänge eine kleine Zelle oder ein kleiner Zellenkörper abgeschieden, der bei den Befruchtungsvorgängen keine Rolle spielt und dem rudimentären männlichen Prothallium der heterosporen Gefäßkryptogamen entspricht, während die dem Antheridium gleichwertige große Zelle des Pollen bei der Keimung des letzteren zu dem die Befruchtung des Eies vermittelnden Pollenschlauche auswächst. Auch bei den Angiospermen finden wir wesentlich das gleiche Verhalten, nur wird das rudimentäre einzellige Prothallium nicht mehr durch eine feste Zellwand von der den Pollenschlauch erzeugenden großen Zelle des Blüthenstaubes abgeschieden[170]).

Daß die in ihrer Gesamtheit das Andröceum der Blüte bildenden Staubblätter völlig frei oder unter sich oder mit der Blüthenhülle oder den Fruchtblättern in verschiedener Weise verwachsen können, sei hier nur kurz angedeutet.

§ 95. Aehnliche Homologien ergeben sich für die weiblichen Organe der Samenpflanzen, für die Samenanlagen oder Samenknospen (oft fälschlich als Eier, ovula, bezeichnet). Dieselben entstehen als sehr charakteristisch gestaltete Zellgewebskörper an den Rändern oder auf der Oberfläche der den Makrosporangien tragenden Sporophyllen entsprechenden Fruchtblätter (Carpelle, Carpiden), seltener an der Axe. Bei den Cycadeen und Coniferen sind diese Fruchtblätter noch wenig verändert, bei Cycas nicht einmal zu einer Blüthe vereinigt (§ 94), vor allen Dingen aber stets offen, so daß die Uebertragung des Blütenstaubes auf die Samenknospen direkt möglich ist: gymnosperme oder nacktsamige Samenpflanzen[171]).

Dagegen sind bei den angiospermen oder bedecktsamigen Blüthenpflanzen die Fruchtblätter stets zu einem Fruchtknoten (germen) verwachsen, der die Samenknospen derartig einschließt, daß der Pollen nicht direkt zu letzteren gelangt, sondern von einem besonderen (den Gymnospermen fehlenden) Organe, der Narbe (stigma), aufgefangen und festgehalten wird, welche der charakteristisch umgebildete Scheitel der Carpelle ist und dem Fruchtknoten entweder direkt aufsitzt oder von einer Verlängerung des Fruchtknotens, dem Griffel (stylus) getragen wird. Dieser gesamte weibliche Apparat heißt nach alter Bezeichnung Pistill

---

169) Mohl, Ueber den Bau u. d. Formen der Pollenkörner; 4° mit 6 Taf., Bern 1834. Fritsche, Ueber d. Pollen; 4° mit 13 Taf. Petersburg 1837. Schacht, Ueber den Bau einiger Pollenkörner; Jahrb. f. wissensch. Bot. II. 109, Taf. 14—18. Luerssen, Zur Controverse üb. d. Einzelligkeit od. Mehrzelligkeit d. Pollens; ebenda VII. 34, Taf. 4—6. Rosanoff, Zur Kenntniß d. Baues u. d. Entwickelungsgesch. d. Pollens d. Mimoseae; ebenda IV. 441, Taf. 31, 32. Engler, Beiträge z. Antherenbildung; ebenda X. 275, Taf. 20—24. Warming, Untersuch. üb. Pollen bildende Phyllome u. Caulome, in Hanstein's bot. Abhandl. II, Heft 2, mit 6 Taf. Bonn 1873. Strasburger, Ueber Zellbildung u. Zelltheilung; 2. Aufl. (Jena 1876) S. 128 u. folg. Juranyi, Beiträge z. Kenntniß d. Pollenentwickel. d. Cycadeen u. Coniferen; Botan. Zeit. 1882, S. 814. Juranyi, Ueb. d. Bau u. d. Entwickel. d. Pollens bei Ceratozamia; Jahrb. f. wissensch. Bot. VIII. 382, Taf. 31—34. Elfving, Studien üb. d. Pollenkörner der Angiospermen; Jenaische Zeitschr. f. Naturw. neue Folge VI.

170) Hofmeister, Vergleich. Untersuch. über Keimung etc. höherer Kryptogamen u. die Samenbildung d. Coniferen; Leipzig 1851. Strasburger, Die Coniferen u. d. Gnetaceen. 8° mit Atlas von 26 Taf. in 4°; Jena 1872. Strasburger, Ueb. Befruchtung u. Zelltheilung; 8° mit 9 Taf. Jena 1878.

171) A. Braun, Die Frage nach der Gymnospermie d. Cycadeen; Monatsber. d. Berliner Acad. d. Wissensch. 1875, S. 241. Eichler, Sind die Coniferen gymnosperm oder nicht? „Flora" 1873, S. 241. Strasburger, Antwort auf die Eichler'sche Abhandl., ebenda S. 369; desgl. dessen Werk „Die Coniferen", in dem noch die Fruchtknotennatur d. Coniferen-Samenknospe vertreten wird.

oder Stempel[172]). Wird der Fruchtknoten nur von einem einzigen, mit den zusammengebogenen Rändern verwachsenen Fruchtblatte gebildet, so ist er monomer; entsteht er durch Verwachsung zweier oder mehrerer Carpelle, so wird er als polymer bezeichnet, oder das Gynäceum, d. h. die Gesamtheit der Fruchtblätter, ist synkarp, während in einer mehrere monomere Carpelle enthaltenden Blüthe des Gynäceum apokarp genannt wird. Der polymere Fruchtknoten bleibt wie der monomere völlig einfächerig, wenn die verwachsenden Fruchtblattränder sich nicht auch zugleich nach innen einschlagen; er wird mehrkammerig, wenn die verwachsenden Carpellränder eine Strecke weit in die Höhlung vorspringen (Mohn), mehrfächerig, wenn sie im Centrum zusammenstoßen und verwachsen.

Die die Samenknospen tragenden und oft in besonderer Form als Leisten, Polster rc. vortretenden Stellen der Fruchtblätter resp. des Fruchtknotens heißen Placenten[173]). Ihre Lage auf dem Fruchtblatte resp. im Fruchtknoten ist nach Familien ebenso verschieden, wie die Zahl, Anordnung und Richtung der Samenknospen selbst. Letztere werden gewöhnlich von einem kürzeren oder längeren Stiele, dem Nabelstrange oder Funiculus, getragen und bestehen zunächst aus einem meist etwa eiförmigen Gewebekörper, dem Knospenkern (Nucellus), dessen Scheitel als Kernwarze bezeichnet wird, und in welchem eine besonders große Zelle, der Keim- oder Embryosack liegt. Dieser Knospenkern ist seiner Entwickelung und Bedeutung nach das Makrosporangium der Phanerogamen, sein Embryosack die Makrospore, die nur darin abweicht, daß sie nicht aus der Vierteilung einer Archesporzelle wie bei den heterosporen Pteridophyten hervorgeht, sondern eine mächtig herangewachsene Archesporzelle selbst ist, und daß sie nicht aus dem Sporangium entleert wird, sondern in ihm eingeschlossen bleibt.

Selten ist der Knospenkern nackt (Santalaceen); der Regel nach wird er von einer oder zwei Hüllen, den Integumenten, derartig eingeschlossen, daß letztere über der Kernwarze nur einen engen Kanal, die Micropyle, offen lassen. Diese Integumente sind Neubildungen am Makrosporangium, die sich daher nicht ohne weiteres mit den bisweilen herangezogenen Indusien der Farne vergleichen lassen. Wichtig für die Systematik sind die Formverhältnisse der Samenknospe. Liegen Funiculus, der nicht gekrümmte Knospenkern und Mikropyle in gerader Richtung, die Mikropyle dem Funiculus gegenüber, ist also die Samenknospe durch beliebige Längsschnitte symmetrisch halbierbar, so ist sie geradläufig (atrop, orthotrop); ist sie dagegen am Grunde des Knospenkerns (der Chalaza) derart scharf umgebogen, daß die Integumente mit dem Funiculus seitlich verwachsen sind, die Mikropyle neben dem Funiculus liegt, der Knospenkern jedoch gerade bleibt, so heißt sie gegenläufig (anatrop) und in dieser Ausbildung kommt sie am häufigsten vor. Am seltensten ist die krummläufige (campylotrope) Samenknospe, bei welcher eine Krümmung des Knospenkernes samt seinen Hüllen, aber keine Verwachsung mit dem Funiculus eingetreten ist[174]).

§ 96. Wie bei den Gefäßkryptogamen, so ist auch bei den Phanerogamen ein Generationswechsel vorhanden. In der Reihe der Pteridophyten wurde das weibliche Prothallium bei den heterosporen Formen, wie früher kurz skizziert, allmählich unselbständig; es trat nur zum Scheitel der Makrospore hervor, blieb bei Isoëtes sogar eingeschlossen, doch wurde wenigstens die Makrospore noch ausgesät. Bei den die Homologie am klarsten zeigenden Gymnospermen, speziell den uns am nächsten liegenden Coniferen[175]), bleibt die ganze Geschlechtsgeneration in der Makrospore (dem Keimsacke) und mit dieser im Makrosporangium (dem Knospenkerne) eingeschlossen und entwickelt sich samt diesem zum Samen, wobei die Samenschale aus dem einzigen Integumente der Samenknospe hervorgeht, der Same bis zur Reife auf dem Fruchtblatte sitzen bleibt. Zunächst tritt in dem Embryosacke ein denselben ganz ausfüllender Gewebekörper auf, der, weil er dem weiblichen Prothallium von Isoëtes u. a. vollkommen entspricht, kurzweg

---

172) Ueber Entwickelung d. Pistilles und zugleich der gesammten Blüthe vgl. das Hauptwerk von Payer, Traité d'organogénie comparée de la fleur; 2 Bde. mit 154 Taf. Paris 1857. Eichler, Blüthenbiagramme, wo die Litteratur für einzelne Familien angegeben.

173) Huisgen, Untersuchungen üb. d. Entwickel. d. Placenten; Bonn 1873. A. Braun, Bemerkungen üb. Placentenbildung; Verhandl. d. bot. Ver. d. Prov. Brandenburg XVI. 45. Celakovsky, Vergleich. Darstell. d. Placenten; Abhandl. d. böhm. Gesellsch. d. Wissensch. 6. Folge, VIII. Ferner die Note 172 citierten Werke.

174) Ueber Gesammtentwickelung der Samenknospen vgl. außer den früher citierten Schriften: Warming, De l'ovule; Annal. des scienc. natur. 6. sér. V. 177, tab. 7—13; desgl. Om planteaeggets og dets enkelte deles rette homologier, in Botanisk Tidsskrift 1879, S. 32. Strasburger, Die Angiospermen u. d. Gymnospermen; 8° mit 22 Taf., Jena 1879. Vesque, Développement du sac embryonnaire des phanérogames angiospermes; Annal. des scienc. natur. 6. sér. VII. 237, tab. 11—16; desgl. Botan. Zeit. 1879, S. 505. Celakovsky's Abhandl. in Flora 1874, S. 113; Botan. Zeit. 1875, S. 193 u. 1877, S. 342. Jönsson, Om embryosäkkens utveckeling; Lund's Universit. Arsskrift XVI. Treub, Notes sur l'embryon, le sac embryonnaire et l'ovule; Annales du jardin bot. de Buitenzorg III. 76. Guignard, Recherches sur le sac embryonnaire des Phanérogames angiospermes; Ann. d. scienc. natur. 6. sér. XIII, 136, tab. 3—7.

175) Vgl. die Note 170 citierten Werke; desgl. Strasburger, Die Befruchtung bei den Coniferen; 4° mit 3 Taf. Jena 1869.

auch hier als Prothallium bezeichnet werden darf und der auf seinem der Mikropyle zugekehrten Scheitel bei den Abietineen meist 2—5, bei Taxus 5—8, bei Juniperus 5—10, bei den Cupressineen überhaupt manchmal bis zu 30 Archegonien trägt, die sich ganz ähnlich wie bei den Farnen (§ 85) entwickeln, auch mit Ausnahme der fehlenden Halskanalzelle gleichen Bau zeigen, namentlich die große Zentralzelle mit reichem Plasma und Zellkern besitzen. Der durch den Wind der weiblichen Blüthe bereits vor Anlage der Archegonien zugeführte Pollen gelangt auf den offenen Fruchtblättern abwärts gleitend direkt auf die zur Bestäubungszeit von einem Sekrettropfen ausgefüllte Mikropyle und durch diese wohl auch auf den Knospenkern abwärts [176]. Spermatozoiden werden jedoch nicht mehr gebildet; dieselben wären auch einer Befruchtung nicht fähig, da sie unmöglich das Knospenkerngewebe zu durchbohren vermöchten. Es wächst vielmehr die schon im § 94 erwähnte große, dem Antheredium der Mikrospore gleichwertige Zelle des Pollenkornes (resp. deren Membran, die Innenhaut oder Intine der Pollenzelle) zu einem die Außenhaut (Exine) des letzteren durchbrechenden Schlauche, dem Pollenschlauche aus, der in das Gewebe des Knospenkernes eine Strecke weit eindringt, und dann bis zur völligen Ausbildung der Archegonien ruht, bei den Nadelhölzern mit einjähriger Samenreife wenige Wochen, bei denen mit zweijähriger Entwickelung etwa ein Jahr. Nach dieser Zeit wächst er bis zu einem Archegonium weiter und zwischen den Halszellen des letzteren hindurch in die Centralzelle hinein. In seinem Scheitel wandert auch der Zellenkern abwärts und teilt sich in zwei Kerne, die sich mit Plasma umhüllen und dadurch zwei übereinander gelegene nackte Zellen erzeugen, von denen sich die untere bei den in der Pollenschlauchentwickelung etwas abweichenden Cupressineen noch wiederholt teilt. Bei der nun stattfindenden Befruchtung verschwindet die untere Pollenschlauchzelle resp. die aus ihr hervorgegangenen Zellen und ein Durchtritt ihrer Substanz durch die weiche Pollenschlauchspitze darf um so eher angenommen werden, als man kurze Zeit darauf vor dem Pollenschlauche in der Zentralzelle des Archegoniums einen vorher nicht vorhandenen zellenartigen Plasmakörper liegen und dann zum Eikern wandern sieht, mit dem er verschmilzt, so daß auch hier, wie in den sicher konstatierten Fällen bei den Sporenpflanzen, der Befruchtungsakt in der Verschmelzung der Zellkernsubstanz der männlichen und weiblichen Zelle bestehen würde [177].

Nach geschehener Befruchtung rückt der aus der Verschmelzung von Ei- und „Spermakern" hervorgegangene „Keimkern" in das dem Archegonhalse gegenüberliegende untere Ende der Zentralzelle, wo die Entwickelung des Embryo beginnt. Bei den Kiefern wird dabei der Keimkern in vier in einer Ebene liegende Tochterkerne geteilt, um jeden der Tochterkerne differenziert sich eine Zelle und jede derselben teilt sich durch Querwände in drei Etagen. Die Zellen der oberen Etage bleiben im Archegonium eingeschlossen, die mittleren Zellen dagegen strecken sich zu langen Schläuchen, den Embryoträgern, welche die unteren plasmareichen Zellen in das Prothallium abwärts schieben und sich hier dann durch Spaltung trennen und sich krümmend nach verschiedenen Richtungen tiefer in das Prothalliumgewebe hineinwachsen. Aus den Zellen der unteren Etage geht aber infolge charakteristischer Zellteilungen die Anlage je eines Embryo hervor [178].

Bei anderen Gymnospermen sind bezüglich der Embryoentwickelung Abweichungen zu konstatieren, die hier nicht weiter verfolgt werden können. Da bei den Coniferen mehrere Archegonien gleichzeitig befruchtet werden können, bei den Kiefern sich sogar noch die primäre Embryoanlage in vier spaltet, ist hier der Anlage nach Polyembryonie vorhanden. Doch bildet sich einer der Embryonen bald kräftiger und stets mit Gliederung in Wurzel, Stämmchen, zwei oder mehr Keimblätter (Cotyledonen) und allermeist zwischen letzteren auch noch mit einer kleinen beblätterten Endknospe, der Plumula, aus, während die übrigen Embryoanlagen zu Grunde gehen. Von dem die Ernährung des Embryo besorgenden und während der Embryoentwickelung noch kräftig fortwachsenden, sogar das Knospenkerngewebe verdrängenden Prothallium bleibt der größte Teil auch im reifen, ruhenden Samen erhalten, um erst bei der Keimung für die erste Erstarkung des Keimpflänzchens verbraucht zu werden. Dieser Prothalliumrest im reifen Samen wird in systematischen Werken auch bei den Gymnospermen — obwohl mit Unrecht — als Endosperm bezeichnet, mit dem er wohl nach der physiologischen Bedeutung, nicht aber entwickelungsgeschichtlich verglichen werden darf.

§ 97. Weniger leicht zu deuten sind die im Embryosacke (Makrospore) der Angiospermen stattfindenden Vorgänge [179]. Hier bilden sich in jedem Ende des Embryosackes drei zu einer Gruppe vereinigte Zellen: die drei im Scheitel (der Mikropyle zu) gelegenen nackten Zellen sind

---

176) Strasburger, Die Bestäubung d. Gymnospermen; Jenaische Zeitschr. f. Medicin u. Naturw. VI. 249, Taf. 8.

177) Strasburger, a. a. O. Goroshankin, Ueber d. Befruchtungsprozeß bei Pinus Pumilio; Straßburg 1883. Goroshankin, Befruchtung d. Gymnospermen; 8° mit 9 Taf., Moskau 1880 (russisch).

178) Strasburger, a. a. O. Pfitzer, Ueb. d. Entwickel. d. Embryo's d. Coniferen; Botan. Zeit. 1871, S. 893. Scrobischewsky, Ueber die Entwickel. d. Embryo bei d. Weymouthskiefer; desgl. auch d. Entwickelungsgesch. d. Cupressineen, im Bullet. de la soc. impér. des naturalistes de Moscou 1873 u. 1876 (Russisch, nach Ref. im Bot. Jahresber. I. 204, IV. 429).

179) Vgl. d. cit. Werke von Hofmeister u. Strasburger.

der **Eiappart** und wohl als drei auf je eine Zelle reduzierte Archegonien um so mehr zu betrachten, als eine solche rudimentäre Entwickelung des Archegoniums in Form nur einer allerdings umhäuteten Zelle auch bei der Gymnospermengattung Welwitschia stattfindet. Ob dann die drei dem Eiapparate gegenüber im Grunde des Keimsackes liegenden membranösen Zellen oder „**Gegenfüßler**" als ein rudimentäres Prothallium aufzufassen sind, mag dahin gestellt bleiben. Im Eiapparat funktioniert übrigens nur eine und zwar etwas größere und tiefer gelegene der drei Zellen als zum Embryo sich entwickelndes Ei; die anderen beiden sind die **Gehülfinnen** (**Synergiden**), welche nur vermittelnd beim Befruchtungsakte wirken.

Da der Pollen der Angiospermen nicht direkt auf die Samenknospen gelangt, sondern auf die Narbe, so muß der Pollenschlauch durch das lockere Narbengewebe und wohl auch noch durch einen hohlen oder mit leicht verdrängbarem „leitendem Gewebe" erfüllten Griffel [180]) abwärts in die Fruchtknotenhöhle wachsen, wo er meist auch noch durch besondere Vorrichtungen zu den Samenknospen geleitet wird, in die Mikropyle einer Samenknospe eintritt und schließlich zum Eiapparate gelangt, wo er sich einer der Gehülfinnen fest anlegt, niemals aber dem Ei, in dem man aber trotzdem nach geschehener Befruchtung zwei später miteinander verschmelzende Zellenkerne wahrnimmt. Da der Kern der größeren Pollenzelle in dem Pollenschlauchscheitel abwärts wandert, mit dem Anlegen des Pollenschlauches an die Synergiden aber gelöst wird, darf man annehmen, daß seine Substanz durch Vermittelung der Synergiden in das Ei übertritt [181]). Der Befruchtung folgt die beginnende Embryoentwickelung meist schon nach kurzer Zeit; bisweilen vergehen jedoch Tage und Wochen (so bei Fagus, Quercus, Juglans, Acer, Aesculus, überhaupt vielen Bäumen), selbst Monate (fast 6 bei der Herbstzeitlose) oder fast ein Jahr (bei Quercus-Arten mit zweijähriger Fruchtreife), ehe die Folgen der Befruchtung in der beginnenden Embryoentwickelung sichtbar werden. Weiter sei hier darauf hingewiesen, daß bei gewissen Pflanzen, wie z. B. den Orchideen, den Eichen, Haseln, Hainbuchen, Birken, Erlen, die Samenknospen oder selbst — wie bei den genannten Bäumen — die Fruchtknotenfächer vor der Bestäubung der Narben noch nicht entwickelt sind, sondern daß ihre Anlage erst infolge stattgehabter Bestäubung eintritt.

Bei den meisten Angiospermen (eine Ausnahme machen u. a. die Gräser) wird von der befruchteten membranumhüllten und sich streckenden Eizelle zunächst auch ein der Mikropyle zugewendeter Embryoträger wie bei Selaginella und den Gymnospermen abgegliedert und nur der Scheitel zur Embryoanlage verwendet. Letztere zeigt auch hier ganz bestimmte aber nicht näher zu verfolgende Zellteilungen und Differenzierungen, welche allermeist die schließliche Gliederung des Keimlinges in Wurzel, Stämmchen und 1 oder 2 Cotyledonen, sowie in vielen Fällen auch der Plumula (§ 96) bewirken. Nach der Zahl der Cotyledonen werden bekanntlich die Angiospermen in ein- und zweikeimblätterige, Mono- und Dicotyledonen, unterschieden. Bisweilen bleibt jedoch der Embryo des ruhenden Samens und namentlich bei Schmarotzern und Humusbewohnern rudimentär: ohne Keimblätter bei Juncus und Cuscuta, als ein völlig ungegliederter kleiner Zellenkörper bei Orobanche und den Orchideen. Diese Verhältnisse, sowie Gestalt und Lage des Embryo oder seiner Cotyledonen im reifen Samen geben für die Unterscheidung von Familien und selbst Gattungen vorzügliche Merkmale ab [182]).

---

180) **Behrens**, Untersuch. üb. d. anatomischen Bau d. Griffels u. d. Narbe; Göttingen 1875, mit 2 Taf. **Capus**, Anatomie du tissu conducteur; Annal. d. scienc. natur. 6. sér. VII. 209, tab. 18–24. **Dalmer**, Ueb. d. Leitung d. Pollenschläuche bei d. Angiospermen; Jenaische Zeitschr. f. Naturw. XIV.

Ueber d. Bestäubungsverhältnisse der Angiospermen im allgemeinen sind zu vergleichen: **H. Müller**, Die Befruchtung d. Blumen durch Insekten, Leipzig 1873; desgl. Alpenblumen, ihre Befruchtung 2c., Leipzig 1881; desgl. die Wechselbeziehungen zwischen d. Blumen u. d. ihre Kreuzung vermittelnden Insekten, in Encyklopädie d. Naturw. I, Handb. d. Bot. I. 1; alle drei Werke illustriert und mit Angabe weiterer Litteratur. **Kirchner**, Neue Beobacht. üb. d. Bestäubungseinricht. einheim. Pfl. Stuttgart 1886.

181) **Strasburger**, Befruchtung u. Zelltheil. Jena 1878.

182) **Hofmeister**, Die Entstehung d. Embryo d. Phanerogamen; 4° mit 14 Taf., Leipzig 1849. **Hofmeister**, Neue Beiträge zur Kenntniß d. Embryobild. d. Phanerogamen; Abhandl d. sächs. Gesellsch. d. Wissensch. VI u. VII, mit 52 Taf.; desgl. Jahrb. f. wissensch. Bot. I. 82, Taf. 7—10. **Hanstein**, Entwickelungsgesch. d. Keimes d. Mono- u. Dikotylen; Botan. Abhandl. I. 1, mit 18 Taf. **Fleischer**, Beiträge z. Embryologie d. Mono- u. Dikotylen; Flora 1874, S. 369, Taf. 6—8. **Hegelmaier**, Zur Entwickelungsgesch. monokotyler Keime; Botan. Zeit. 1874, S. 631, Taf. 10, 11. **Hegelmaier**, Vergleich. Untersuch. üb. Entwickel. dikotyler Keime; 8° mit 9 Taf., Stuttgart 1878. **Solms-Laubach**, Ueber monokotyle Embryonen; Bot. Zeit. 1878, S. 65, Taf. 4. **Koch**, Ueber d. Entwickelung d. Samens d. Orobanchen; Jahrb. f. wissensch. Bot. XI. 218, Taf. 8—10, desgl. über Cuscuta in Hanstein's botan. Abhandl. II, Heft 3, mit Taf. **Pfitzer**, Zur Embryoentwickel. u. Keimung d. Orchideen; Verhandl. d. naturhistor. Ver. zu Heidelberg II. **Famintzin**, Embryologische Studien; Mém. de l'acad. imp. de St. Pétersbourg 7. sér. XXVI, no. 10. **Hegelmaier**, Zur Embryogenie u. Endospermentwickel. von Lupinus; Botan. Zeit. 1880, S. 65, Taf. 1, 2. **Rörner**, Beitrag z. Embryoentwickel. d. Gramineen; Flora 1881, S. 241 Taf. 2—5.

Noch bevor im befruchteten Ei die ersten Teilungen eintreten, jedenfalls gleichzeitig mit denselben, beginnt im Embryosacke der Angiospermen die Entwickelung des Endosperms (Sameneiweiß, Albumen) als einer Neubildung, der wir zum erstenmale bei Selaginella begegneten (§ 93)[183]. Dieselbe wird in allen Fällen durch die Teilungen des Embryosackkernes eingeleitet, bei der Mehrzahl der Angiospermen weiterhin durch freie Zellbildung im Embryosacke, seltener durch direkte Teilungen des letzteren fortgeführt. Doch bleibt das Endresultat das gleiche: Ausfüllung des Embryosackes mit einem an Nähr- resp. Reservestoffen reichen Zellgewebe, das sich aber weiterhin verschieden verhält. In vielen Fällen wird es schon vor der Samenreife zu gunsten des sich mächtig entwickelnden Embryo völlig resorbiert und letzterer füllt dann die auch hier der Regel nach aus den Samenknospenintegumenten hervorgehende Samenschale[184]) allein und ganz aus, in seinen kräftigen Cotyledonen die für die ersten Keimungsstadien nötigen Nährstoffe aufspeichernd: endospermfreie Samen (Quercus, Fagus, Corylus etc.). In anderen Fällen wird nur ein Teil des Endosperms resorbiert und je nach der größeren oder geringeren Ausbildung des Embryo bleibt ein geringerer oder größerer Teil im reifen Samen zurück: endospermhaltige Samen (Gräser, Palmen, Rhamnus, Tilia). In diesem Falle ist dann die Lage des Embryo zum Endosperm: ob in der Achse durchgehend, oder nur im Grunde oder in der Spitze derselben, oder dem Endosperm seitlich anliegend u. s. w., systematisch wichtig. Gewöhnlich verdrängt auch das sich entwickelnde Endosperm das Knospenkerngewebe. Bleibt jedoch letzteres als ein wie das Endosperm mit Reservestoffen sich füllendes Gewebe erhalten, wie z. B. bei den Pfeffergewächsen und Teichrosen, so wird es als Perisperm bezeichnet.

Hand in Hand mit der Umbildung der Samenknospen geht die Entwickelung des Fruchtknotens zu der nach Familien und Gattungen ja sehr verschieden organisierten und darnach als Kapsel, Beere, Nuß u. s. w. benannten Frucht[185]). Die Gliederung der letzteren entspricht jedoch nicht immer derjenigen des Fruchtknotens. So entwickelt sich von den 2 mit je 2 Samenknospen versehenen Fruchtknotenfächer der Esche nur eines mit einem Samen zur bekannten Flügelfrucht, bei der Eiche von den meist zu 3 mit je 2 Samenknospen vorhandenen Fächer nur ein einsamig werdendes zur Eichel, und ähnlich verhalten sich Buche, Hasel, Birke, Linde u. a. Gattungen.

§ 98. Außer den in den vorigen §§ bereits erwähnten entwickelungsgeschichtlichen Verhältnissen spielen in der Systematik der Samenpflanzen noch andere Einrichtungen im Blütenbaue eine Rolle, die, weil sie als zum ABC der Botanik gehörend jetzt in jeder guten Schule gelehrt werden, hier nur kurz berührt zu werden brauchen. Staub- und Fruchtblätter können in derselben Blüte vereinigt sein, wobei dann die Fruchtblätter stets die Blütenachse abschließen resp. das Zentrum der Blüte einnehmen (zweigeschlechtige, zwitterige oder monoklinische Blüten — Linde, Roßkastanie, Robinie, Pomaceen, Amygdaleen); oder sie können sich in verschiedenen Blüten getrennt finden (eingeschlechtige oder diklinische Blüten), letztere dann in demselben Blütenstande oder doch auf demselben Individuum vorkommen (einhäusige oder monöcische Pflanzen — die meisten Coniferen, Cupuliferen), oder auf verschiedene Individuen verteilt sein (zweihäusige oder diöcische Pflanzen — Taxus, Juniperus, Salix, Populus). Oder eine Pflanze entwickelt sowohl zwitterige als auch einge-

183) Hegelmaier, Untersuch. üb. d. Morphologie d. Dicotyledonen-Endosperms; Nova Acta vol. 49. Godfrin, Recherches sur l'anatomie comparée des cotylédons et l'albumen; Ann. d. scienc. natur. 6. sér. XIX. 1, tab. 1—6.

184) Ueber d. Entwickel. d. Samenschale ist zu vergleichen: Lohde, Ueb. Entwickelungsgesch. u. Bau einiger Samenschalen; in Schenk u. Luerssen, Mittheil. a. d. Bot. II. 43, Taf. 5, 6. Kudelka, Ueb. d. Entwickel. u. d. Bau d. Frucht- u. Samenschale unserer Cerealien; Landwirthschaftl. Jahrbücher 1875, mit 2 Taf. Hänlein, Ueb. d. Entwickl. 2c. von Cuscuta; Landwirthschaftl. Versuchsstat. XXIII. 1, Taf. 1. Chatin, Etudes sur le développement de l'ovule et de la graine; Annal. des scienc. natur. 5. sér. XIX. 1, Taf. 1—8. Bachmann, Darstellung d. Entwick. u. d. Baues d. Samenschalen d. Scrophularineen; Nova Acta vol. 43, No. 1, mit 4 Taf. Weitere Litterat. in diesen Arbeiten angegeben.

Von allgemeinen Werken: Nobbe, Handbuch d. Samenkunde; 8° mit zahlr. Holzschn., Berlin 1876. Harz, Landwirthschaftl. Samenkunde; 2 Bde. 8° mit zahlr. Holzschn. Berlin 1885.

185) Gaertner, De fructibus et seminibus plantarum. 3 Bde. 4° mit 255 Taf. Stuttgart u. Leipzig 1788/1807. Steinbrink, Untersuch. üb. d. anatom. Ursachen d. Aufspringens d. Früchte; Bonn 1873, desgl. Botan. Zeit. 1878, S. 561, Taf. 13. Kraus, Ueb. d. Bau trockener Pericarpien; Jahrb. f. wissensch. Bot. V. 83, Taf. 8, 9. Hildebrand, Die Schleuderfrüchte; ebenda IX. 235, Taf. 23—25. Zimmermann, Ueb. mechan. Einrichtungen zur Verbreit. d. Samen u. Früchte; ebenda XII. 542, Taf. 34—36. Lampe, Zur Kenntniß d. Baues u. d. Entwickel. saftiger Früchte; Zeitschr. f. Naturw. V. Steinbrink, Ueb. d. Oeffnungsmechanismus d. Hülsen; Ber. d. deutsch. bot. Gesellsch. I. 270. Steinbrink, Ueb. einige Fruchtgehäuse, die ihre Samen infolge von Benetzung freilegen; ebenda S. 339, 360. Ferner die Note 184 citierten Werke von Nobbe u. Harz. „Ueber die anatom. Veränderungen, welche in den Perianthkreisen d. Blüthen während d. Entwickel. d. Frucht vor sich gehen" vgl. Reiche, im Jahrb. f. wissensch. Bot. XVI.

schlechtige Blüten: sie ist polygam oder vielehig, wie z. B. die Esche und Ahorne. Eingeschlechtige Blüten besitzen oft das Rudiment des zweiten Geschlechtes, in anderen Fällen nicht.

Wird eine Blüte nur aus Geschlechtsblättern oder nur aus einem einzigen solchen gebildet, so ist sie eine nackte, wie bei den Coniferen, Weiden, den männlichen Blüten der Haseln und Hainbuchen. Werden dagegen unter den Geschlechtsorganen noch besondere metamorphosierte, zu ersteren in bestimmten Beziehungen stehende, in erster Linie als Schutzorgane während des Knospenzustandes, weiterhin der Anlockung von die Bestäubung vermittelnden Insekten dienende ꝛc. Blattgebilde beobachtet, so werden diese als Blütenhülle (Perianthium) bezeichnet. Bei den meisten Blütenpflanzen ist dieselbe doppelt: aus äußeren derberen, krautigen, freien oder verwachsenen Blättern, dem Kelche (Calyx, — die einzelnen Blätter als sepala unterschieden) und inneren zarteren, weißen oder bunten Blättern, der Krone (Corolla — die Blätter derselben als petala bezeichnet), gebildet. Die Glieder der letzteren können ebenfalls unter sich frei oder verwachsen sein, nach welchem Merkmale die beiden großen Dicotyledonen-Reihen der Choripetalae (Polypetalae, Dialypetalae) und Sympetalae (Gamopetalae) unterschieden werden. Bei gewissen Ordnungen, wie den Eichen, Erlen, dem Hopfen, ist jedoch nur eine einheitliche Blütenhülle vorhanden, das Perigon oder die Blütenhülle im engeren Sinne, die dann kelchartig (calycinisch) oder kronenartig (corollinisch) entwickelt sein kann. Aber auch der entwickelungsgeschichtlich echte Kelch nimmt bisweilen kronenartige Beschaffenheit an (Aquilegia), wobei dann die Krone nicht selten rudimentär ausgebildet (so bei Delphinium) oder zu Nectarien[186]) umgebildet ist (Aconitum, Helleborus). Unter letzteren verstehen wir Organe der Blüte, welche zuckerhaltige Sekrete abscheiden, die der Anlockung von die Bestäubung vermittelnden Insekten dienen und nicht bloß umgewandelte Kronenblätter, sondern auch metamorphosierte Staubblätter, wie in den weiblichen Blüten der Kürbisgewächse, oder Fruchtblätter, wie in den männlichen Blüten derselben Familie, oder verschieden gestaltete und im allgemeinen als Diskus bezeichnete Anschwellungen des Blütenbodens sind (wie bei Evonymus), oder welche auch nur als besonders ausgebildete Gewebestellen eines sonst normal entwickelten Blattes auftreten (Kaiserkrone).

Für die Systematik gleichfalls wichtig sind die Stellungsverhältnisse der Glieder der Blüte zu einander. Das Gynäceum kann die höchste Stelle der Blütenaxe über den Staubgefäßen und Blütenhüllen einnehmen: es ist oberständig, die übrigen Glieder sind unterweibig oder hypogyn. Oder Blütenhülle und Andröceum werden auf einem mehr oder weniger stark entwickelten ring-, napf-, becher- oder krugförmig sich gestaltenden Ringwalle der Axe allmählich emporgehoben, so daß das Gynäceum frei im Grunde dieser Axenerweiterung steht: umweibige oder perigyne Blüten mit mittelständigem Fruchtknoten (Pflaume, Kirsche, Rose). Oder aber der Fruchtknoten selbst wird von der Wand der in gleicher Weise ausgehöhlten Axe gebildet, welche von den nur Griffel und Narbe bildenden Fruchtblättern oben dachartig geschlossen wird und auf ihrem Rande zugleich Blütenhülle und Staubgefäße trägt: unterständiger Fruchtknoten in oberweibiger oder epigyner Blüte[187]). Mannigfaltige Uebergänge verbinden indessen diese drei Typen miteinander. Bezüglich der Blütenhüllblätter, Staubblätter und etwa in Mehrzahl vorhandener Pistille ist zu berücksichtigen, ob sie sämtlich in Quirlen auftreten (cyclische Blüten — Linde, Ahorn) und diese sämtlich gleichzählig und alternierend sind (eucyklische Blüten — Lilie), oder ob sämtliche Blütenglieder zu einer fortlaufenden Spirale geordnet sind (acyclische B. — Nymphaea), oder ob sie teils wirtelig (und dann meist in der Blütenhülle) teils spiralig (Staubgefäße oder auch Pistille) gebaut sind (hemicyklische B. — Ranunculus). Dazu kommen dann noch aktinomorphe und zygomorphe[188]) Ausbildung der Gesamtblüte oder der Blütenhüllen, und es ist im ersteren Falle die Blüte durch mehrere Schnitte (z. B. bei Apfel, Linde), im letzteren nur durch einen Schnitt (z. B. Roßkastanie, Robinie) symmetrisch zu halbieren. Es sind ferner die mannigfachen Verhältnisse der Verkümmerung (Abort) zu berücksichtigen, denen einzelne Glieder oder ganze Kreise unterliegen können, welche z. B. infolge des Fehlens oder Rudimentärwerdens der Antheren die Umbildung der Staubgefäße in Staminodien bedingen, und die schließlich soweit gehen, daß ein völliges Fehlschlagen (Ablast) eines Organes eintritt. Ihnen entgegen steht die Verdoppelung (Dédoublement), bei welcher da, wo nach sonst gesetzmäßiger Ausbildung nur ein Glied stehen sollte, zwei Glieder zur Entwickelung kommen, wie bei den paarigen langen Staubgefäßen der Cruciferenblüte. Endlich ist noch einer bei gewissen Familien vorhandenen

186) Behrens, Die Nectarien d. Blüthen; Flora 1879, S. 2, Taf. 1--5. Bonnier, Les nectaires; Annal. d. scienc. natur. 6. sér. VIII. 5, tab 1—8. Stadler, Beiträge zur Kenntniß d. Nectarien u. Biologie d. Blüthen; 8° mit 8 Taf. Berlin 1886.

187) Vgl. das Note 172 citierte Werk Payer's. Ferner von vielen: Göbel, Zur Entwickelungsgesch. d. unterständigen Fruchtknotens; Botan. Zeit. 1886, S. 729, Taf. 6. Köhne, Ueb. Blüthenentwickel. bei d. Compositen; Berlin 1879. Warming, Die Blüthe d. Compositen; in Hansteins bot. Abhandl. II, Heft 3. Hänlein, Entwickel. d. Compositenblüthe; in Schenk u. Luerssen, Mittheil. a. d. Bot. II. 144.

188) Vöchting, Ueb. d. Ursachen d. Zygomorphie d. Blüthen; Berichte d. deutsch. bot. Gesellsch. III. 341 u. Jahrbüch. f. wissensch. Bot. XVII. Noll, Ueb. d. normale Stellung zygomorpher Blüthen; Arbeiten d. bot. Instit. Würzburg III.

Abweichung von der gewöhnlichen Stellung der Staubgefäße zu den Blütenhüllteilen zu gedenken. In den gewöhnlichen Fällen typischer Ausbildung aller Glieder alternieren dieselben regelmäßig und bilden dabei die Staubgefäße nur einen Wirtel, so wird diese Stellung als Haplostemonie (Compositen, Convolvulaceen), bei zwei Staubblattkreisen als Diplostemonie bezeichnet und im letzteren Falle nennt man die vor den Kelchteilen stehenden äußeren Staubgefäße die episepalen (Kelchstaubfäden), die vor den Kronenblättern entspringenden inneren die epipetalen (Kronstaubfäden). Bei den Ericaceen, Oxalideen, Geraniaceen u. a. bilden dagegen in abweichender Weise die Kronstaubfäden den äußeren, die Kelchstaubfäden den inneren Kreis: es ist Obdiplostemonie vorhanden.

4. Gruppe. Gymnospermae. Nacktsamige Blütenpflanzen.

§ 99. Der bereits im § 3 kurz gezeichnete und im Voraufgehenden (§ 96) weiter begründete Charakter: die nackt auf offenen Fruchtblättern sitzenden Samenknospen, die ausgesprochene Uebereinstimmung in der Entwickelung eines den Embryosack, den Vertreter der Makrospore, ganz ausfüllenden archegonientragenden Prothalliums, sowie eines noch scharf differenzierten rudimentären männlichen Vorkeimes in den den Mikrosporen homologen Pollenkörnern, weist den Gymnospermen im direkten Anschlusse an die höchstentwickelten Pteridophyten den niedersten Rang in der Abteilung der Samenpflanzen an, und zwar ist es die

8. Klasse der Cycadaceae, Farnpalmen[189]),

welche die ganze Formenreihe eröffnet. In früheren geologischen Perioden von der jüngeren Steinkohlenzeit an reich entwickelt, offenbar im Aussterben begriffen, sind sie zur Zeit mit ca. 75 Arten durch die Tropen und subtropischen Gebiete zerstreut, bei uns am besten durch die zu Kultuszwecken kultivierte Cycas revoluta der Gewächshäuser bekannt. Ihr knollen- bis dick säulenförmiger, nur selten verzweigter, offene Fibrovasalstränge mit Dickenwachstum und im Grundgewebe Gummigänge besitzender Stamm trägt eine palmenartige Krone großer, meist einfach gefiederter, lederiger, ausdauernder Blätter, die in der Knospe oft, wie bei den Farnen, spiralige Einrollung zeigen. Die Fruchtblätter sind bei Cycas noch nicht zu einer Blüte geordnet (§ 94); sonst aber bilden Staub- und Fruchtblätter nackte, zapfenartige, diöcische Blüten, erstere auf der Unterseite mit je vier bis zahlreichen und dann oft in Gruppen beisammen stehenden, kugeligen oder ellipsoidischen Pollensäcken, letztere auf der Unterseite eines schildartigen Teiles mit zwei oder (bei Cycas mit laubiger Entwickelung) am Rande mit 2—10 geradläufigen Samenknospen. Letztere erhalten bei der weiteren Entwickelung eine fleischige Außenschicht, so daß die Samen steinfruchtartiges Aussehen haben. Der im größtenteils erhalten bleibenden fleischig-mehligen Prothallium (Endosperm § 96) axil hängende Embryo besitzt bei den meisten Gattungen zwei in der Mitte oder gegen die Spitze verwachsene, bei der Keimung im Endosperm und unter der Erde bleibende Cotyledonen.

§ 100. Mit den Farnpalmen hat die zunächst sich anreihende

9. Klasse der Coniferae, Zapfenträger oder Nadelhölzer[190])

die nackten, doch nur selten (Taxus, Juniperus) diöcischen, meist einhäusigen Blüten gemeinsam. Ihre infolge Entwickelung eines Cambiummantels lang andauerndes Dicken-

---

189) Außer den bereits citierten Schriften noch: Richard, Commentatio botanica de Coniferis et Cycadeis; fol. mit 30 Taf., Stuttgart 1826. Miquel, Monographia Cycadearum und Prodromus systematis Cycadearum, Utrecht 1842 u. 1861. Regel, Cycadearum generum speciarumque revisio; Acta hort. Petropolit. IV. Warming, Undersögelser og Betragtninger over Cycadeerne u. Bidrag til Cycadeernes Naturhistorie; K. D. Vidensk. Selsk. Forhandl. 1877/79, mit Taf. Treub, Recherches sur les Cycadees; Annales du jardin bot. de Buitenzorg IV. 1, tab. 1, 2.

190) Außer der im Vorhergehenden citierten Litteratur: Mohl, Ueber d. männl. Blüthen d. Coniferen; Vermischte bot. Schriften S. 45. Eichler, Ueb. d. weibl. Blüthen d. Coniferen; Monatsber. d. Berliner Acad. 1881. Parlatore, Studii organografici sui fiori e sui frutti delle Conifere; 4° mit 3 Taf. Florenz 1864. Göppert, De Coniferarum structura anatomica; 4° mit 2 Taf., Breslau 1841. Bertrand, Anatomie comparée des tiges et des feuilles chez les Gnetacées et les Conifères; Annal. d. scienc. natur. 5. sér. XX. Geyler, Ueb. d. Gefäßbündelverlauf in d. Laubblattregionen d. Coniferen; Jahrb. f. wissensch. Bot. VI. 55, Taf. 4—9. Kraus, Mikrosk. Untersuch. üb. d. Bau lebender u. vorweltlicher Nadelhölzer; Würzburger

wachstum zeigende, doch nur im ersten Jahresringe (primären Holze) Gefäße, im sekundären Holze nur behöftgetüpfelte Tracheïden produzierende, durch Harzbehälter resp. -Gänge ausgezeichnete Axe verzweigt sich jedoch reich baum- oder strauchartig, und die allermeist mehrjährigen Blätter sind nur selten mehr oder weniger laubig, in der Regel im Gegensatze zu denen der Cycadeen klein, nadel- oder schuppenförmig und einnervig.

Die in 34 Gattungen ca. 350 Arten enthaltende Klasse ist über die ganze Erde sowohl bis zur horizontalen als zur vertikalen Grenze des Baumwuchses verbreitet. Die Mehrzahl der Arten gehört der nördlichen gemäßigten Zone an, in welcher namentlich die Abietineen als waldbildende Bäume nicht unwesentlich den Charakter großer Vegetationsgebiete bestimmen. Die genannte Familie ist überhaupt die größte, etwa die Hälfte der Arten vereinigende, und in Europa und Nordamerika in erster Linie, in Asien neben Cupressineen und Taxaceen die herrschende.

§ 101. Nach der vorzüglich durch den Bau der weiblichen Blüten und den daraus hervorgehenden Samen oder den als Zapfen bezeichneten Früchten bedingten systematischen Folge nimmt die

1. Ordnung der Taxoideae

den niedersten Rang ein, insofern bei ihren Mitgliedern noch keine oder nur unvollkommenen Zapfenbildung stattfindet. Die Samen sind vielmehr ganz nackt und pflaumenartig, oder sie werden von einem fleischigen Samenmantel (Arillus) eingehüllt, wie bei der Eibe; oder die steinfruchtartigen Samen sind von ganz rudimentär bleibenden Fruchtblättern nur am Grunde gestützt, oder die kräftiger entwickelten Fruchtblätter werden selbst fleischig und verwachsen oft gar zu einer die Samen einschließenden Beere. Von den beiden unterschiedenen Familien ist die niedriger organisierte diejenige der

Taxeae, Eibengewächse,

für welche der einzige bei uns heimische Repräsentant der Ordnung,

Taxus baccata L., die **Eibe**, als einfachster Typus gelten darf. In den Wäldern des mittleren und südlichen Europas und nordwärts bis zum mittleren Norwegen gehend, ferner über die Azoren, Madeira, Algerien und Kleinasien bis zum Himalaya verbreitet, im Baierwalde bis zu 1111 m, in den bairischen Alpen bis 1146 m steigend, im südlichen Gebiete als Gebirgspflanze nicht unter ein bestimmtes Niveau (bairische Alpen 373 m) gehend, tritt sie in Deutschland am häufigsten noch in Pommern („Ibenhorst" bei Pribbernow), Hannover (Plesse bei Göttingen) und Thüringen (Dermbacher Revier, Angelrode) und vorzüglich auf kalkhaltigem Boden auf. Oft bleibt sie strauchig; als Baum erreicht sie bei einem Alter von bis 1500 Jahren meist nur 10—15 m Höhe, aber in dem oft gabelig oder mehrfach geteilten, meist spannrückigen und rotbraun berindeten, später eine graubraune Plattenborke zeigenden, äußerst langsam wachsenden Stamme bis über 1 m Durchmesser. Die Aeste der länglich bis breit pyramidalen, sehr häufig aber (und besonders infolge leicht entwickelter Adventivknospen) unregelmäßigen Krone sind abstehend und mehr oder weniger regelmäßig zweizeilig ähnlich denen der Tanne verzweigt, die

---

naturw. Zeitschr. V. 142, Taf. 5. Kleeberg, Die Markstrahlen d. Coniferen; Botan. Zeit. 1885, S. 673, Taf. 7. Thomas, Zur vergleich. Anatomie d. Coniferen-Laubblätter; Jahrb. f. wissensch. Bot. IV. 23. Mahlert, Beiträge z. Kenntniß d. Anatomie d. Laubblätter d. Coniferen; Botan. Centralbl. XXIV. 54, Taf. 1, 2. Endlicher, Synopsis Coniferarum; St. Gallen 1847. Carrière, Traité génréral des Conifères; 2. Aufl. Paris 1867. Antoine, Die Coniferen; fol. mit 53 Taf., Wien 1840/47. Gordon, The Pinetum being a synopsis of all the Coniferous plants; 2. Aufl. London 1880. Henkel u. Hochstetter, Synopsis d. Nadelhölzer; Stuttgart 1865. Lawson, Pinetum britannicum; fol. mit vielen col. Taf., London 1866 u. f. Forbes, Pinetum Woburnense; 8° mit 67 col. Taf., London 1839. Parlatore, Bearbeit. d. Conif. in De Candolle's Prodromus XVI. 2. pag. 361.

jüngsten Zweige durch die vollständig herablaufenden, linealischen Blattbasen (Blattpolster) grün und furchig berindet. Die ca. 2—3½ cm langen und bis 2 mm breiten, linealischen, spitzen, oberseits glänzend dunkel-, unterseits matt hellgrünen und durch den Mittelnerven stumpf gekielten Blätter (Nadeln) sind zwar spiralig geordnet, aber infolge Drehung am Grunde wie bei der Edeltanne kammförmig-zweizeilig gerichtet (gescheitelt). Die kleinen hell- oder grünbraunschuppigen Achselknospen kommen nur zerstreut zur Ausbildung. Die einzeln in den Blattachseln vorjähriger Triebe stehenden, im März und April bis Mai sich öffnenden kleinen Blüten sind zweihäusig; doch trifft man als seltene Ausnahmen auch einhäusig blühende Individuen. Die kopfigen, am Grunde von trockenhäutigen braunen Knospenschuppen gestützten, ca. 5 mm langen männlichen Blüten bestehen aus 8—10 hellgelben schildförmigen Staubgefäßen mit je 5—9 unterseits im Kreise um den Schildstiel gruppierten rundlichen, innenseits mit Längsspalt sich öffnenden Pollensäcken. Die sehr kleinen grünen, knospenförmigen weiblichen Blüten stehen terminal auf kurzem, kleinschuppigem Sproß, sind nur aus einer völlig nackten, geradläufigen und aufrechten Samenknospe mit einfachem Integumente und ohne Spur eines Fruchtblattes gebildet, zeigen aber schon zur Blütezeit an ihrer Basis einen schwachen Ringwulst, der sich später zu einem becherförmigen, fleischigen, scharlachroten Samenmantel (Arillus) entwickelt, der den 8—10 mm langen eiförmigen, hart- und braunschaligen, nußartigen Samen zum größten Teile einschließt. Der kleine Keimling ist durch 6—7 quirlständige Cotyledonen charakterisiert.

An Taxus schließen sich die übrigen (außerdeutschen) Gattungen derselben Familie in der Ausbildung der weiblichen Blüten derart an, daß bei Torreya zwei Samenknospen ohne Fruchtblätter am Ende der weiblichen Sprosse stehen, bei Cephalotaxus zweisamige Fruchtblätter entwickelt werden, die aber zur Zeit der Samenreife verkümmert sind. Auch Ginkgo biloba besitzt je zwei auf langem Stiele stehende rudimentäre, manschettenförmige Fruchtblätter mit je einer zum steinfruchtartigen Samen sich ausbildenden aufrechten Samenknospe, ist aber außerdem durch Lang- und Kurztriebe und durch die an letzteren büschelförmig stehenden, fächerförmigen, gelappt-eingeschnittenen, fächerförmig geaderten, sommergrünen Laubblätter ausgezeichnet.

Die zweite (außereuropäische) Familie der Podocarpeae unterscheidet sich durch stets deutlich entwickelte Fruchtblätter mit je einer meist umgewendeten (d. h. die Mikropyle abwärts kehrenden) und dem Fruchtblatte oft der Länge nach angewachsenen Samenknospe, sowie u. a. noch dadurch, daß bei einzelnen Gattungen die fleischig werdenden Fruchtblätter schon unvollkommene, maulbeerenartige Zäpfchen bilden oder zu einer Beere verwachsen. Ferner sind die Pollenzellen dieser Familie mit Flugblasen versehen: zwei rechts und links gelegenen blasigen, mit Luft gefüllten Auftreibungen der Außenhaut (Exine), welche als Flugapparat dienen.

2. Ordnung. Pinoideae.

§ 102. Die zweite alle übrigen Coniferen umfassende Ordnung der Pinoideae ist durch die Umwandlung der weiblichen Blüten in Zapfen charakterisiert, d. h. durch Früchte, welche durch die nach der Blütezeit ohne Verwachsung zusammenschließenden und noch mächtig heranwachsenden, verholzenden Fruchtblätter oder deren Placenten (Zapfenschuppen) gebildet werden, die erst bei der Reife der bis dahin zwischen den Zapfenschuppen versteckten, mit knochiger, holziger oder lederiger Schale aber nie mit Samenmantel versehenen Samen wieder auseinander spreizen, um letztere zu entlassen, wohl auch (Tanne) mit ihnen von der Zapfenaxe (Spindel) gleichzeitig sich abzulösen. Nur die an der Grenze zwischen den Pinoideen und Taxoideen stehende Gattung Juniperus macht insofern eine Ausnahme, als die fleischig werdenden Fruchtblätter noch zu einer Beere verwachsen.

Nach dem neuesten Stande wissenschaftlicher Forschung läßt sich die Ordnung naturgemäß zunächst in die beiden Unterordnungen der Cupressaceae mit quirlständigen Laub-, Staub- und Fruchtblättern (sehr selten an sterilen Zweigen zerstreuten Laubblättern) und aufrechten Samenknospen, und der Abietaceae mit an den Zweigen und in den Blüten spiralig gestellten Blättern und fast stets umgewendeten Samenknospen gliedern. Von diesen ist die

Unterordnung der Cupressaceae[191])

in jeder Beziehung die tiefer stehende. Außer durch die bereits angegebenen Merkmale ist sie durch ein- oder seltener zweihäusige Blüten charakterisiert, welche einzeln an den Enden oft verkürzter und zuweilen abweichend beblätterter Zweige stehen. Die männlichen kätzchenförmigen Blüten führen die Staubgefäße in 4—8 Quirlen und jedes Staubblatt trägt unterhalb der breit dreieckigen, gestielten Schuppe in einer Querreihe 3—5 rundliche Pollensäcke, deren Pollenzellen keine Flugblasen entwickeln. Die aus den knospenförmigen, den männlichen analog gegliederten weiblichen Blüten hervorgehenden Zapfen besitzen ungeteilte doch derartig verdickte Zapfenschuppen, daß die (aus der angeschwollenen, aber nicht freien Placenta gebildete) Oberhälfte derselben mehr oder weniger über die Unterhälfte (das Fruchtblatt im engeren Sinne) vortritt und die Fruchtblattspitze am Rücken der Zapfenschuppe herabgeschoben erscheint. Samenknospen und Samen wechseln auf jedem Fruchtblatte resp. auf den Zapfenschuppen von einer bis zu zahlreichen und das einfache Integument wächst nicht selten zu einem Flügelrande oder zu Flügeln des Samens aus. Der Keimling besitzt meist zwei Cotyledonen.

Von den übrigen Charakteren mag noch hervorgehoben werden, daß die mehrjährigen und meist schuppenförmigen Blätter an den Zweigen herablaufen, die Knospen gewöhnlich nackt sind und die kleinen bis mittelgroßen, gewöhnlich im ersten Jahre reifenden Zapfen ganz (d. h. ohne Auflösung in die einzelnen Schuppen) abfallen.

§ 103. Von den uns interessierenden Familien ist diejenige der

Juniperinae, Wachholdergewächse,

dadurch ausgezeichnet, daß die in 1—4 Quirlen stehenden 1—2samigen aber meist nur in einem Quirle fruchtbaren Carpelle nach der Blütezeit fleischig werden und zu einer die steinartig harten, bisweilen gleichfalls verwachsenden, flügellosen Samen dauernd einschließenden Beere (Beerenzapfen) verwachsen. Aus der einzigen hierher gehörenden Gattung Juniperus ist

J. communis L. (gemeiner Wachholder)

die in Wäldern, aber auch auf Haiden und sonnigen Hügeln ganz Europas, durch Mittel- und Nordasien bis Kamtschatka am weitesten verbreitete, oft gemeine Art, welche in Norwegen noch bis 1443 m, im Baierwalde bis 1125 m, in den bairischen Alpen bis fast 1500 m emporsteigt, im Süden als nicht unter einem bestimmten Niveau anzutreffende Gebirgspflanze auftritt und sich mit sehr verschiedenen und selbst an Nährstoffen armen Bodenarten begnügt, kalkigen Boden jedoch vorzieht. Meist als Strauch, aber unter günstigen Verhältnissen als bis 10 und mehr m hoher Baum entwickelt, zeichnet er sich durch meist pyramidal-kegelförmige, tief angesetzte (bei den weiblichen Pflanzen bisweilen mehr sperrige) Krone und sehr dichte Verzweigung mit meist aufrechten bis aufsteigenden Aesten, sowie durch früh in Schuppen und Streifen sich ablösende graubraune Borke der Stämme und älteren Aeste aus. Die in dreigliederigen genäherten Wirteln sparrig abstehenden, 8 bis 25 mm langen und bis 2 mm breiten, linealen, steifen, stechend spitzen, hellgrünen Nadeln zeigen oberseits eine breite, flache, bläulichweiße, die Spaltöffnungen führende Rinne und sind unterseits durch den längsfurchigen Mittelnerven stumpf gekielt. Die Laubknospen sind beschuppt; von den diöcischen, auf kurzen Seitenzweigen endständigen, im April oder

191) Klemm, Ueber den Bau der beblätterten Zweige der Cupressineen; Jahrb. f. wissensch. Bot. XVII. Frank, Ueber d. Einfluß d. Lichtes auf d. bilateralen Bau d. symmetrischen Zweige der Thuya occidentalis; ebenda IX. Kramer, Beiträge z. Kenntniß d. Entwickelungsgeschichte u. d. anatomischen Baues d. Fruchtblätter d. Cupressineen u. d. Placenten d. Abietineen; Flora 1885, S. 519.

Mai sich öffnenden Blüten sind die männlichen gelben, 3—4 mm langen, eikugeligen bis länglich-eiförmigen mit in dreigliederigen Quirlen stehenden Staubblättern versehen; die sehr kleinen hellgrünen, knospenförmigen (den Laubknospen ähnlichen) weiblichen Blüten führen nur einen dreigliederigen fruchtbaren und auf jedem Fruchtblatte nur eine seitlich stehende Samenknospe tragenden Blattquirl. Daher zeigt auch die sehr kurz gestielte aufrechte, 6—10 mm im Durchmesser erreichende, eiförmig-kugelige bis kugelige und im ersten Herbste grüne, im zweiten Herbste reifende schwarze und blau bereifte Beere nur 3 noch an den Höckern auf dem Scheitel kenntliche Fruchtblätter und 3 (selten 1—2) Samen, deren Schale durch 5—10 blasig vortretende Balsambehälter (Harzdrüsen) ausgezeichnet ist. Der Keimling besitzt 3 nadelförmige Cotyledonen.

Die in der subalpinen und alpinen Region der Hochgebirge Mittel- und Südeuropa's, Sibiriens und Kamtschatkas, sowie in der arktischen Zone verbreitete verwandte und oft nur als Varietät der vorigen Art betrachtete J. nana L. (Zwergwachholder) ist ein kleiner liegender oder kriechender Strauch mit sehr dicht stehenden (fast dachziegelig deckenden) kürzeren, nicht stechenden, gekrümmten, oberseits fast ganz bläulich-weißen Nadeln und länger gestielten Beeren. Sie bildet mit dem gemeinen Wachholder und anderen Verwandten die durch dreizählige Quirle der weiblichen und zweihäusigen Blüten, nur nadelförmige Blätter und beschuppte Laubknospen charakterisierte Untergattung Oxycedrus. Von dieser ist die Untergattung Sabina durch aus 2—3 gekreuzten Fruchtblattpaaren gebildete weibliche und meist monöcische Blüten, wenigstens teilweise schuppenförmige Laubblätter mit rückenständiger Harzdrüse und nackte Knospen verschieden. Dahin gehört J. Sabina L. (Sabina officinalis Garcke, Sade- oder Sevenbaum), ein in den Hochthälern der südeuropäischen Gebirge (besonders Alpen), in Kleinasien, den Kaukasusländern und den nordasiatischen Gebirgen heimischer, vieläſtiger Strauch (selten Baum) mit zum Teil kreuzweis-gegenständigen, schuppenförmigen, angedrückten und zum Teil (besonders an älteren kultivierten Pflanzen) mehr nadelförmigen, abstehenden und dreigliederige Quirle bildenden Blättern, sowie etwas überhängenden schwarzen, hellblau bereiften Beeren. Von ihr ist die oft kultivierte nordamerikanische J. virginiana L. (virginische oder rote Ceder) vorzüglich durch baumartigen Wuchs und aufrechte dunkelpurpurne, bläulich bereifte Beeren verschieden.

§ 104. Die zweite Familie der Cupressineae (Cypressengewächse) unterscheidet sich von den Wachholdern durch holzige Zapfen mit 2—6 Paaren dick schildförmiger, klappig aneinander gepreßter, zuletzt klaffender Schuppen mit je zahlreichen (Cupressus) oder nur zwei Samen (Chamaecyparis). Dazu sind die schuppenförmigen und die Zweige ganz bedeckenden Blätter fast stets kreuzweis gegenständig und die Blüten einhäusig. Von den zugleich durch meist nicht oder nur wenig zusammengedrückte Zweige und meist erst im zweiten Jahre reifende Zapfen ausgezeichneten Cypressen ist die im Orient heimische Cupressus sempervirens L. die bekannteste Kulturpflanze. Die aus Kalifornien stammende und versuchsweise auch forstlich kultivierte C. Lawsoniana Murr. (Chamaecyparis Lawsoniana Parl.) macht durch zusammengedrückte Zweige und im ersten Jahre reifende Zapfen den Uebergang zur Gattung Chamaecyparis.

Eine dritte Familie der Thuyopsideae (Lebensbäume) ist dadurch charakterisiert, daß die holzigen, im ersten Jahre reifenden Zapfen aus 2—4 Paaren dachig übereinander greifenden Schuppen gebildet werden, von denen die unteren 1—2 Paare kleiner und steril sind. Im Zentrum des Zapfens findet sich dann noch ein rudimentäres, oft platten- oder säulenförmig verwachsenes Schuppenpaar. Die Schuppen tragen meist zwei Samen. Die jüngeren Zweige sind meist abgeflacht und dorsiventral, die randständigen der kreuzweise gegenständigen und den Zweig ganz bedeckenden Blätter dann von den ober- und unterständigen verschieden. Die Blüten sind einhäusig. Zwei bekanntere Repräsentanten sind: Thuya occidentalis L. (nordamerikanischer Lebensbaum) mit flachen, stumpfspitzigen Zapfenschuppen, geflügelten Samen und rundlicher, buckeliger Harzdrüse auf dem Blattrücken — und Biota orientalis Endl. (orientalischer L., China und Japan) mit dicken, an der Spitze hakig zurückgebogenen Zapfenschuppen, flügellosen Samen und elliptischer, flacher Harzdrüse der Blattrücken.

§ 105. Von den Cupressaceen ist die zweite

Unterordnung der Abietaceae

durch spiralig gestellte Laub-, Staub- und Fruchtblätter resp. Zapfenschuppen, sowie fast stets umgewendete Samenknospen verschieden. Von den 3 hierher gehörenden Familien zeigt diejenige der

Taxodineae (Eibencypressen) auf den Fruchtblättern resp. den Zapfenschuppen einen die Placenta repräsentierenden schuppen- oder wulstförmigen Innenauswuchs, der oft erst zur Zeit der Fruchtreife schärfer markiert wird. Die 2—9 Samenknospen sind entweder noch aufrecht und entspringen der Basis oder Achsel des Fruchtblattes (Cryptomeria, Taxodium),

oder sie sind der Fläche des letzteren umgewendet angewachsen (Sequoia, Sciadopitys). Die holzigen Zapfen fallen meist ganz ab; die Samen sind ungeflügelt oder nur schmal flügelig gerandet und ihr Keimling besitzt 3—9 wirtelige Cotyledonen. Die männlichen der einhäusigen Blüten tragen Staubblätter mit je 2—8 meist freien und durch Längsriß sich öffnenden Pollensäcken und der Pollen besitzt keine Flugblasen. Die durch den kalifornischen Mammuthbaum (Sequoia gigantea Torr., Wellingtonia gig. Lindl.), die japanische Schirmtanne (Sciadopitys verticillata Sieb. et Zucc. mit eigentümlichen „Doppelnadeln"), die japanische Cryptomeria japonica Don und die nordamerikanische Sumpfcypresse (Taxodium distichum Rich. mit sommergrünen, in Verbindung mit ihren Tragzweigen im Herbste abfallenden Nadeln) bei uns am besten bekannte Familie ist keine scharf abgegrenzte. Durch die Gattungen mit aufrechten Samenknospen bietet sie Uebergänge zu den Cupressineen. Von den Abietineen ist sie nur dadurch verschieden, daß wenn die Samenknospen umgewendet sind, sie zu mehr als zwei auf dem Fruchtblatte stehen. Die chinesische Gattung Cunninghamia endlich bildet den Uebergang zur Familie der

Araucarieae (Schmucktannen). Diese sind durch zweihäusige Blüten, zu 5—15 auf den Staubblättern befindlichen länglichen, freien Pollensäcken, Pollen ohne Flugblasen, sowie dadurch ausgezeichnet, daß das einfache Fruchtblatt nur eine auf seiner Mitte umgewendet angewachsene Samenknospe trägt. Die fast kugeligen reifen Zapfen zerfallen zuletzt. Der Keimling besitzt 2—4 Cotyledonen. Von den beiden Gattungen Dammara und Araucaria ist letztere bei uns am besten durch die oft kultivierte A. imbricata Pav. aus Chile und A. excelsa RBr. von der Norfolk-Insel bekannt.

§ 106. Am wichtigsten durch die große Zahl der oft weit ausgedehnte Wälder bildenden Nutzbäume ist die auch in unserem Gebiete heimische und zugleich größte Familie der

Abietineae, Tannengewächse[192]).

Die Blüten derselben sind einhäusig und die kätzchenförmigen männlichen tragen zahlreiche Staubblätter mit je nur 2 unter sich und mit dem Filamente des Staubblattes der Länge nach verwachsenen, mit Längs-, Schräg- oder Querspalten aufspringenden Pollensäcken, deren Blütenstaub fast stets (nicht bei Larix) mit Flugblasen versehen ist. Die weiblichen Blüten tragen nahe dem Grunde jedes Fruchtblattes 2 umgewendet angewachsene Samenknospen auf einer nur am Grunde mit dem Fruchtblatte verwachsenen, sonst freien Placenta, die zur Blütezeit entweder nur eine kleine fleischige, vom Fruchtblatte weit überragte Schuppe bildet (Larix, Abies), oder bereits so kräftig entwickelt ist, daß sie das Fruchtblatt überragt (Picea, Pinus), welche aber in allen Fällen nach der Blütezeit mächtig heranwächst, verholzt und als am Grunde die beiden Samen tragende Zapfenschuppe (Fruchtschuppe) erscheint, während die eigentlichen Fruchtblätter (Deckschuppen der Zapfen) ganz rudimentär und zwischen den Zapfenschuppen versteckt bleiben (Pinus, Picea, Larix) oder, wenn sie noch wachsend zwischen den reifen Zapfenschuppen vorragen, doch nicht die Größe resp. Breite der letzteren erreichen (Abies- und Tsuga-Arten). Die reifen Samen besitzen meist einen Flügel, der jedoch nicht wie in anderen Familien ein Auswuchs der Samenschale, sondern eine von der Innenfläche der Zapfenschuppe sich ablösende und mit dem Samen zugleich ausfallende Gewebelamelle ist. Die Knospen sind stets beschuppt, die Nadeln mit Ausnahme derjenigen der sommergrünen Lärchen mehrjährig.

192) Außer den früher citierten Schriften sind mit Bezug auf den Bau der weiblichen Blüte, der lange ein Gegenstand lebhaft ausgetauschter Meinungsverschiedenheiten war, zu vergleichen: Caspary, De Abietinarum floris feminei structura morphologica; Königsberg 1861. Celakovsky, Zur Kritik d. Ansichten von d. Fruchtschuppe d. Abietineen; Abhandl. d. böhm. Gesellsch. d. Wissensch. 6. Folge XII. Eichler, Entgegnung auf vorstehende Abhandl. (Sitzungsber. d. Gesellsch. naturforsch. Freunde in Berlin 1882) und Celakovsky's Antwort auf dieselbe (Sitzungsber. d. böhm. Gesellschaft d. Wissensch. 1882). Eichler, Ueber Bildungsabweich. bei Fichtenzapfen; Sitzungsber. d. Berliner Acad. d. Wissensch. 1882. Willkomm, Zur Morphologie d. samentragenden Schuppe d. Abietineenzapfens; Nova Acta XLI, No. 5 (1880). Stenzel, Beobachtungen an durchwachsenen Fichtenzapfen; Nova Acta XXXVIII, No. 3 (1876). Kramer (Note 191). Christ, Uebersicht d. europ. Abietineen; Basel 1863. Christ, Die Formenkreise d. europ. Pinus-Arten; Botan. Zeit. 1865, S. 213. Engelmann, Abietaceae of California; in Watson's Botany of California II; Cambridge 1880 (deutsch von Zabel, in „Forstl. Blätter" 1882). Murray, The Pines and Firs of Japan; 8°. London 1863, sowie über die in Deutschl. versuchsweise einzuführenden japanischen Coniferen überhaupt: Luerssen, in Zeitschr. f. Forst- u. Jagdw. 1886, über die Nordamerikaner: Weise, ebenda 1882.

Die Gattungen lassen sich in zwei Reihen ordnen, von denen die eine (Abies, Tsuga, Picea) nur Langtriebe, die andere (Larix, Cedrus, Pinus) Lang- und Kurztriebe besitzt. Nach dem Bau der Zapfenschuppen geordnet, ist Pinus durch schmale und nach dem Scheitel mehr oder minder stark verdickte Schuppen charakterisiert, während die übrigen Gattungen breite, dünnrandige und überhaupt dünnere Zapfenschuppen besitzen.

§ 107. **Abies** Lk. (Tanne, Edeltanne[193]) entwickelt nur Langtriebe mit spiralig allseitig abstehenden oder häufiger gescheitelten Nadeln, welche mit etwas scheibenförmig verbreiterter, rundlicher und eine glatte rundliche Narbe hinterlassender Basis dem Zweige inseriert, am Grunde stielartig zusammengezogen, im übrigen linealisch und flach sind und deren dunkelgrüne, von schwacher Mittelfurche durchzogene Oberseite meist keine Spaltöffnungen besitzt[194]), während die Unterseite rechts und links zwischen dem stumpf kielartig vorspringenden bis ganz abgeflachten Mittelnerven und dem stumpfen Rande einen breiten, schwach vertieften, bläulich- bis silberweißen, die zahlreichen Spaltöffnungen vereinigenden Streifen führt. Im Innern verlaufen auf der Unterseite und nahe den Kanten der ganzen Länge nach 2 Harzgänge. Die meist gestielten, am Grunde von Knospenschuppen gestützten, kätzchenförmigen männlichen Blüten stehen einzeln axillär aber meist zu vielen beisammen gegen das Ende vorjähriger Triebe; ihre Staubblätter sind über dem Scheitel der durch einen Querspalt sich öffnenden Pollensäcke in eine aufrechte Konnektivschuppe erweitert. Die kätzchenförmigen weiblichen, am Grunde gleichfalls von Knospenschuppen umgebenen Blüten sitzen einzeln aufrecht gegen das Ende der einjährigen Zweige und meist im Gipfel der Krone und sind durch lang zugespitzte Fruchtblätter mit zur Blütezeit gewöhnlich noch nicht vorragender Placenta ausgezeichnet. Die aufrechtstehenden ei- bis walzenförmigen, im ersten Jahre reifenden Zapfen besitzen lederige, niedrige aber breite, am Rande verdünnte Zapfenschuppen, die sich gleich nach der Reife der Samen samt den letzteren und den um diese Zeit entweder kurzen und zwischen den Zapfenschuppen verborgenen oder vorragenden oder auch stark vergrößerten Deckschuppen von der Zapfenspindel einzeln ablösen und diese nackt auf dem Baume stehen lassen. Die großen keil- oder verkehrt-kegelförmigen Samen besitzen eine meist lederige, große blasige Harzdrüsen führende Schale und einen breiten, am oberen Ende gestutzten Flügel, welcher den Samen auch auf der Bauchseite löffelartig deckt, an der (nach der Lage hinter der Zapfenschuppe gerechnet) äußeren Kante gegen den Rücken mit breiter Falte umgeschlagen ist und dessen unterer Teil auch nach dem Abbrechen des freien Teiles den Samen eingeschlossen behält. Der Keimling trägt 4—10 Cotyledonen im Wirtel.

Von den je nach Auffassung des Artbegriffes 20—30 oft schwierig unterscheidbaren, die nördliche Erdhälfte mit Ausschluß der Tropen bewohnenden Arten ist bei uns nur

A. alba Mill. (Abies pectinata DC., A. Picea Lindl., Pinus pectinatus Lam., P. Picea L., P. Abies Du Roi), die Edeltanne (Weißtanne) heimisch. Sie bewohnt die Gebirge des südlichen und mittleren Europas von den Pyrenäen ostwärts bis zum Kaukasus, nordwärts bis zu den Vogesen, Luxemburg, den Südrand des Harzes, Schlesien und Galizien, südwärts bis Navarra, Korsika, Sicilien, Macedonien und Bithynien. Ihre vertikale Verbreitung erstreckt sich in den bairischen Alpen bis 1563 m (im Mittel 1486, als Strauch bis 1840 m), den Vogesen bis 1200 m, im Schwarzwald 974 m, im bairischen Walde 1216 m, im Riesengebirge 747 m im Mittel, im Thüringer Walde und Erzgebirge im Mittel bis 812 m. Der Stamm erreicht bei einer Höhe von ca. 60—65 m einen Durchmesser von fast 4 m, und sein zuerst oliven-

193) M'Nab, Notes on the synonymy of certain species of Abies; Transactions of the botan. soc. of Edinburgh XII. 503 (Systematik auf Grund d. Anatomie der Nadeln). M'Nab, A revision of the species of Abies; Proceedings of the Irish Acad. Dublin 1876, p. 673. Engelmann, A synopsis of the American firs (Abies Lk.); St. Louis Transact. III. 593.

194) Die bei uns häufig kultivierte, in Spanien und dem westlichen Nordafrika heimische A. Pinsapo besitzt z. B. auf der Nadeloberseite Spaltöffnungen in zahlreichen, zu einem breiten Mittelstreifen oder zwei undeutlichen Streifen geordneten Linien.

braunes, dann weißgraues Periderm macht später einer dünnschuppig abblätternden Tafelborke Platz. Die Rinde ist durch das häufige Vorkommen großer Terpentinbeulen ausgezeichnet. Die anfangs kegelförmige und sehr regelmäßige Krone wird später unregelmäßig walzenförmig und am Gipfel storchnestartig abgeflacht. Ihre Aeste sind durch die regelmäßig zweizeilige Verzweigung flach, die jüngsten ebenrindigen, gelb- bis graubraunen Zweige sehr kurz flaumhaarig. Die 10—30 mm langen und bis 3 mm breiten, am Wipfeltriebe spitzen, sonst am abgerundeten Scheitel leicht eingeschnittenen und dadurch stumpf zweispitzigen, oberseits glänzend dunkelgrünen, unterseits zwei bläulichweiße Spaltöffnungsstreifen zeigenden Nadeln sind an den Zweigen meist deutlich gescheitelt. Kräftige Triebe sind jedoch nicht selten nur unterseits flach, oberseits bürstenförmig benadelt, in beiden Fällen die Nadeln der Licht- oder Oberseite des Zweiges die kürzesten. Die eikegelförmigen Winterknospen besitzen etwas glänzend gelb- bis braunrote Schuppen. Die von Mitte April (im Süden) bis Ende Mai oder Anfang Juni stäubenden männlichen Blüten sind länglich-cylindrisch, 20—27 mm lang und ihre gelblichgrünen Pollensäcke werden an dem von kurzer, schwach ausgerandeter Konnektivschuppe überragten Scheitel später rot gefärbt. Die bleichgrünen Fruchtblätter der 27—30 mm langen, länglich-walzenförmigen weiblichen Blüten sind verkehrt-eiförmig, am Rande gezähnelt und am Scheitel plötzlich in eine lange Spitze ausgezogen. Die 8—16 cm langen und 3—4 cm dicken walzenförmigen, an beiden Enden abgerundeten, hell grünlichbraunen Zapfen sind gewöhnlich mehr oder weniger stark von Harz überzogen, ihre breit abgerundeten und am Rande fein ausgefressen-gezähnelten, auf der freien Fläche fein filzigen, fast fächerförmigen Zapfenschuppen kurz und breit genagelt, die länglichen und zwischen den Fruchtschuppen vorragenden Deckschuppen mit dem ausgezogen-gespitzten Scheitel nach abwärts umgebogen. Die 7—9 mm langen, fast dreikantigen Samen tragen einen etwa doppelt so langen keilförmigen, abgestutzten Flügel, dessen umgeschlagener Teil den Samen mehr als zur Hälfte verhüllt. Die Keimpflanze trägt 4—8 (meist 5) den Nadeln ähnliche aber die Spaltöffnungsstreifen auf der Oberseite führende, ca. 3—4 cm lange und 2—3 mm breite Cotyledonen.

Von den nicht häufig wild vorkommenden Varietäten (resp. Wuchsformen) der Tanne ist die var. pendula Godefr. (Hänge- oder Trauertanne)[195]) mit hängenden Zweigen bei Gebweiler in den Vogesen sowie in Ostfriesland, die var. virgata Casp. (Schlangentanne)[196]) mit wie bei der bekannteren Schlangenfichte lang gestreckten, spärlich verzweigten Aesten in zwei Exemplaren im Elsaß und in einem Exemplare im Böhmerwalde beobachtet worden.

Die in der Krim und im Kaukasus heimische, bei uns oft kultivierte prächtige Nordmannstanne (A. Nordmanniana Lk.) unterscheidet sich durch bürstenförmige und dichtere Benadelung der Zweige, größeren Samen 2c. nur wenig von unserer Edeltanne, wird daher häufig nur als Varietät derselben aufgefaßt.

Von Abies, mit der sie Nadelstellung, die quer aufspringenden Pollensäcke u. s. w. teilt, unterscheidet sich die nächstverwandte Gattung Tsuga Carr. (Schierlingstanne, englisch: Hemlock) hauptsächlich durch die auch im ersten Jahre reifenden aber hängenden und ganz (mit bleibenden Schuppen) abfallenden und dadurch zu Picea hinüberleitenden Zapfen. Bei den die Mehrzahl bildenden typischen Arten, von denen die kleinzapfige nordamerikanische T. canadensis Carr. bei uns häufig kultiviert wird, sind die kleinen Deckschuppen zwischen den Fruchtschuppen des reifen Zapfens versteckt; bei Pseudotsuga Carr. dagegen ragen sie als lange schmale, dreizähnige (mit längerem Mittelzahne) Schuppen ähnlich denen vieler Abies-Arten weit vor. Aus dieser letzteren Gruppe wird neuerdings die im westlichen Nordamerika heimische, bis 100 m Höhe und 4½ m Stammdurchmesser erreichende T. Douglasii Carr. (Pinus Douglasii Sabine, Pseudotsuga Douglasii Carr. — Douglastanne[197]) bei uns versuchsweise gebaut. Die pfriemlichen, stumpf-gespitzten, flachen Nadeln derselben sind oberseits dunkel-, unterseits mattgrün, die länglich-cylindrischen, 6—10 cm langen Zapfen rehbraun. Bemerkenswert sind die am Grunde der weiblichen Blüten zu beobachtenden Uebergänge von den Nadeln zu den Fruchtblättern.

---

195) Berliner Gartenzeitung 1882, S. 604, mit Abbild.

196) Caspary, Ueber einige Spielarten, die mitten im Verbreitungsgebiete d. Stammarten entstanden sind; Schriften d. physikal.-ökonom. Gesellsch. Königsberg XIV. 132.

197) Booth, Die Douglasfichte; 8° mit 8 Taf. u. 1 Karte. Berlin 1877.

§ 108. An Tsuga schließt sich nächstverwandt die Gattung

Picea Lk. (Fichte) an. Sie teilt mit ihr die im ersten Jahre reifenden, herabgebogenen bis hängenden, ganz abfallenden Zapfen mit lederigen, scharfrandigen Fruchtschuppen, zwischen denen die Deckschuppen ganz verkümmern. Sie unterscheidet sich aber durch die mit Längsspalt aufspringenden Pollensäcke der männlichen Blüten. Letztere entspringen in den Nadelachseln vorjähriger Triebe gegen das Ende derselben, während die weiblichen Blüten an vorjährigen Zweigen einzeln terminal und zur Blütezeit aufrecht stehen. Die eine holzige Schale ohne Harzdrüsen besitzenden Samen sind mit einem langen, am Scheitel gewöhnlich abgerundeten Flügel versehen, welcher auch die Bauchseite löffelartig deckt, sich aber im Gegensatze zu dem der Tanne sehr leicht ablöst.

Den Uebergang von Tsuga nach Picea machen die unechten oder Omorika-Fichten, zu denen die in den Gebirgen des südwestlichen Serbiens und des angrenzenden Montenegros und Bosniens heimische P. Omorika Pančič[198]), sowie die bisweilen bei uns kultivierte, im westlichen Nordamerika heimische Sitkafichte (P. Menziesii Carr., P. sitchensis Carr.) gehören. Die Nadeln dieser Gruppe sind stark (tannennadelartig) verflacht bis ganz flach und beiderseits nur sehr stumpf gekielt. Sie sind an den letzten Seitentrieben bürstenförmig gestellt bis zuweilen fast gescheitelt, tragen zwei bläulich- bis silberweiße Spaltöffnungsstreifen auf der Oberseite (umgekehrt wie bei den Tannen), während die Unterseite gleichmäßig grün gefärbt ist, richten aber die Nadeln so, daß die morphologische Unterseite zur Licht-, die Oberseite zur Schattenfläche wird, so daß die Zweige tannenartiges Aussehen erhalten.

Bei den echten Fichten dagegen sind die Nadeln prismatisch stumpf vierkantig und auf jeder der vier Flächen mit einem Spaltöffnungsstreifen versehen; ihre Querschnittsfläche bildet ein fast recht- oder ein schiefwinkeliges Viereck. Hierher gehört als heimische Art:

P. excelsa Lk. (Picea vulgaris Lk., Pinus excelsa Lam., P. Abies L., P. Picea Du Roi; Abies Picea Mill., A. excelsa DC.; Fichte, Rottanne), ein bis 50 m und darüber Höhe und 1⅓(—2) m Stammdurchmesser erreichender Baum mit anfangs glattem und hell- bis rotbraunem Periderm, später dünnschuppig abblätternder rot- bis grünbrauner Borke und mit kegelförmiger Krone aus dünnen und im unteren Teile abwärts geneigten Aesten. Die an den Zweigen allseitig oder bis zweizeilig abstehenden, meist dunkelgrünen (doch auch gelblich-, hell- und bläulichgrünen), geraden oder schwach bis ziemlich kräftig säbelförmig gebogenen, 10—25 mm langen und bis 1½ mm dicken, linealischen und stachelspitzigen bis stumpflichen Nadeln sind am Grunde zu einem kurzen braunen Stielchen zusammengezogen, laufen wie bei allen Fichten am Zweige mit scharf furchig begrenztem, scherbengelbem bis rotbraunem, kahlem oder bisweilen kurz filzig behaartem Blattpolster herab und lassen beim Abfallen die stielartige Basis am Zweige zurück. Die ei- bis eikegelförmigen Knospen besitzen trockenhäutige hellbraune, oft grau oder bläulichweiß überlaufene Schuppen. Die ziemlich lang gestielten eiförmigen, ca. 15—25 mm langen männlichen Blüten sind durch die die gelben Pollensäcke weit überragenden, und sich gegenseitig dachziegelig deckenden quer-länglichen, am Rande ausgefressen-gezähnelten, purpurnen Konnektivschuppen zuerst hochrot, beim Verstäuben gelb gefärbt. Die ca. 3—5 cm langen walzenförmigen weiblichen Blüten sind durch glänzend purpurrote und an der stumpfen Spitze ausgerandete oder gezähnelte, sehr große Placenten (Fruchtschuppen) ausgezeichnet, welche über die kleinen Fruchtblätter abwärts sparrig umgebogen sind, sich nach der je nach der geographischen Breite von Ende April bis Mitte Juni schwankenden Blütezeit aber aufrichten und dachziegelig zusammenschließen. Die in Größe und Form veränderlichen (4 bis meist) 10—16 cm langen und (geschlossen) 2—2½ cm dicken, walzig-spindelförmigen, in der Regel hell- bis gelblichbraunen und glänzenden Zapfen besitzen sehr veränderliche, beim Typus meist verkehrt-eiförmige Schuppen mit meist abgestutzter oder ausgerandeter, ganzrandiger oder gezähnelter, bisweilen mehr oder weniger vorgezogener Spitze und häufig wellig gebogenem Rande[199]). Der Flügel der bis 4 mm langen spitz-

198) Pančič, Eine neue Conifere in den östl. Alpen; 8°, Belgrad 1876.

199) Braun, Ueber d. Veränderlichkeit d. Fichtenzapfen; Verhandl. d. bot. Ver. d. Prov. Brandenbg. 1876, S. 12.

eiförmigen, schwarzbraunen Samen ist ca. 12 mm lang, zungenförmig und glänzend rötlich bis bräunlich-gelb. Die 5—10 (meist 8) dünn nadelförmigen Cotyledonen der Keimpflanze sind ca. 1—1½ cm lang, spitz, gebogen und wie die auf sie folgenden Primordialnadeln des Stämmchens an den Kanten fein gesägt.

Die horizontale Verbreitung der Fichte erstreckt sich durch das mittlere und nordöstliche Europa, südwärts bis Kasan, Volhynien, den siebenbürgischen Karpathen, Serbien, dem Karst, Südabhang der Alpen, Cevennen und Pyrenäen, westwärts durch Zentral-Frankreich zu den Vogesen, der Pfalz, dem Taunus, Westfalen und Wesergebirge, von da nordwärts bis zum Nordrande des Harzes, dem Unstrut- und Saalegebiete, Erzgebirge, der Lausitz und Oberschlesien, von wo aus die Grenze wieder im Bogen nordwestlich durch die Niederlausitz, Brandenburg, Pommern und Skandinavien geht, wo sie in Finmarken mit 69½° den nördlichsten Punkt erreicht. Im Osten läßt sich die Grenze unserer typischen Form nicht sicher feststellen, weil hier die nicht immer sicher unterschiedene eigentümliche klimatische Abart der sibirischen Fichte (P. obovata Ledeb.) in das Gebiet eingreift[200]). Die vertikale Erhebung geht im Harz (Brocken) bis 1000 m, im Riesengebirge im Mittel bis 1170, im Baierwalde bis 1494, in den bairischen Alpen bis 1798 m.

§ 109. Bezüglich der Varietäten, Formen ꝛc. ist zu erwähnen, daß von der Hauptform seit 10 Jahren oft zwei Racen bestimmter unterschieden werden: die rotzapfige F. (var. erythrocarpa Purk.) mit karminvioletten weiblichen Blüten und (im August) dunkel violetten Zapfen, und die grünzapfige F. (var. chlorocarpa Purk.) mit gelblich-zinnoberroten weiblichen Blüten und (im August) hellgrünen jungen Zapfen[201]). Auch sonst sollen den beiden Formen noch Unterschiede in Nadeln, Knospen, Holz ꝛc. zukommen; doch sind die betreffenden Angaben z. T. widersprechend. Auch die Farbe der weiblichen Blüten und der unreifen Zapfen trifft durchaus nicht immer zu. Im Eberswalder Forstgarten z. B. wurden von mir mehrfache Uebergänge, u. a. im August und September grüne, rote und halbrote Zapfen an demselben Baume gefunden, so daß weitere Untersuchung erwünscht ist. Vollkommen grüne weibliche Blüten werden als Ausnahme beobachtet (Rheinsberger Park).

Eine in Skandinavien, Finnland und Rußland vorkommende var. medioxima Nyl. zeichnet sich durch dicke konisch vierkantige, mit breiten weißlichen Spaltöffnungsstreifen versehene Nadeln und kleinere, meist oft horizontal bis schief abwärts gerichtete Zapfen mit biegsamen, kaum ausgerandeten oder ganzrandigen Schuppen aus. Von dieser und zugleich von der typischen Form soll die in der Schweiz vom Berner Oberlande bis Landeck in Tirol und vom Walen- bis zum Comer See zwischen 1300—1950 m allgemein verbreitete var. alpestris (Abies alpestris Brügger; Pinus Abies medioxima Heer, nicht Nyl.) verschieden sein durch weißlich-graue Stammborke, starres Geäste bei gedrungenerem Wuchse, sammethaarige junge Triebe, grau- oder bläulichweiß bereifte, steife, einwärts gekrümmte und an älteren Zweigen fast einseitswendige, kaum stechende Nadeln, hellere weißliche Blüten und kürzere Zapfen mit abgerundeten ganzrandigen Schuppen. Die Tracht soll auffallend an die nordamerikanische Schimmelfichte (P. alba Lk.) erinnern[202]).

Die verbreitete Hängefichte (var. pendula Carr.) ist durch noch quirlständige Hauptäste mit sehr zahlreichen Aesten 2. und 3. Ordn., die letzteren dicht stehend, lang dünn, schlaff hängend und reich benadelt, ausgezeichnet. Von ihr unterscheidet sich die „schwedische Hängefichte" (var. viminalis Casp., Pinus viminalis Alstr.) durch zahlreiche sehr lange (bis 8 m und mehr), peitschen- oder strickförmige, dünne, senkrecht herabhängende Aeste 2. Ordnung mit gleichfalls hängenden aber seltenen Aesten 3.—5. Ordnung und an den aufeinander folgenden Jahrestrieben rosenkranzförmig gestellten Nadeln. Ein jetzt 17 m hohes Exemplar derselben wurde als junger Baum aus dem Walde in den Park des Stiftes Lilienfeld in Niederösterreich verpflanzt[203]). Die Schlangenfichte (var. virgata Jacques, var. denudata Carr.), durch einzelnstehende oder unregelmäßig quirlige, lange, fast wagerechte bis etwas abwärts geneigte und wie die wenigen Zweige 2. Ordnung oft schlangenförmig gebogene Hauptäste charak-

200) Teplouchoff, Ein Beitrag z. Kenntniß d. sibirischen Fichte; Bullet. de la société imp. des naturalistes de Moscou 1868 und als Sonderabdruck M. 1869.

201) Purkyně, Ueber zwei in Mitteleuropa wachsende Fichtenformen; Allgem. Forst- u. Jagdzeit. 1877, S. 1, mit 2 Taf., 1879, S. 340. Brennot in der »Revue des eaux et forêts« 1877, citiert bei Willkomm, Forstl. Flora S. 74.

202) Brügger, Neue u. kritische Formen d. Bündner- und Nachbarfloren; Jahresber. d. naturforsch. Gesellsch. Graubünd. XVII. 154 u. speziell XXIX. 122.

203) Caspary a. d. Note 196 cit. Orte. Wilhelm, Ueber d. Hängefichte; Verhandl. d. zool.-bot. Ges. Wien 1887 (mir noch nicht zugänglich gewesen; Vorstehendes nach briefl. Mitteil. u. Photogr.).

terisiert, findet sich wild vereinzelt in Ostpreußen, Thüringen, Sachsen, Böhmen, Schlesien, Württemberg u. s. w.[204]).

§ 110. Mit den voraufgehenden Gattungen teilt die sich jetzt anschließende Gattung Larix Mill. (Lärche) die im ersten Jahre reifenden und ganz abfallenden (jedoch aufrechten) Zapfen mit sehr kleinen und zwischen den lederigen dünnrandigen Schuppen meist versteckt bleibenden, in der Form an diejenigen von Abies erinnernden Deckschuppen. Die oben schief gestutzten, fast dreieckigen, holzig-schaligen Samen tragen einen die Bauchseite löffelartig deckenden und mit schmalem Falzrande die Ränder und Spitze umgreifenden, schwer ablösbaren Flügel. Im Uebrigen aber sind die Lärchen verschieden durch zweierlei Triebe: Langtriebe mit spiralig einzeln gestellten Nadeln und aus Achselknospen dieser hervorgehende Kurztriebe mit spiralig dicht büschelig gedrängten zahlreichen, krautigen, im ersten Herbste abfallenden Nadeln. Die meist kugelig-eiförmigen und abwärts geneigten männlichen Blüten entwickeln sich aus blattlosen Achselknospen der Langtriebe und von den Knospenschuppen derselben gestützt; ihre Staubblätter sind mit kurzer, aufrechter, dreieckiger Konnektivschuppe versehen, die Pollensäcke springen mit schiefer Längsspalte auf und der Blütenstaub besitzt keine Flugblasen. Die oft an denselben Zweigen stehenden eiförmigen bis fast kugeligen weiblichen Blüten dagegen entspringen aus sich nach aufwärts krümmenden, unter der Blüte noch Nadeln tragenden Kurztrieben. Ihre auswärts gebogenen Fruchtblätter besitzen einen in eine lange Spitze auslaufenden Mittelnerven und eine nur kleine Placentarschuppe. Von den 8 bekannten Arten ist

L. decidua Mill.. (L. europaea DC, Pinus Larix L., Abies Larix Lam.; gemeine oder europäische L.) in den Alpen und Karpathen, im schlesisch-mährischen Gesenke und im südlichen Randgebiete des böhmisch-mährischen Waldviertels um Pöggstall und am Jauerling heimisch. Ihre Höhenverbreitung erstreckt sich in den bairischen Alpen im Mittel von 909—1833 m, im schlesischen Gesenke von 325—812 m, im Wallis von ca 1100—2160 m. Außerhalb des bezeichneten Gebietes kommt sie nur kultiviert vor. Der Stamm erlangt eine Höhe bis zu 52 m und einen Durchmesser bis zu 1,6 m. Die glatte ledergelbe Rinde der Zweige und jüngeren Aeste macht später einer außen grau-, innen rotbraunen Borke Platz; die mit den Enden aufwärts gebogenen Aeste der kegelförmigen Krone sind reich mit dünnen, hängenden Zweigen besetzt, an denen die scharf furchig begrenzten, flachen Blattpolster lang herablaufen. Von den kleinen abgeflacht-kugeligen, glänzend rötlichbraun beschuppten Knospen sind die das Ende der Kurztriebe bildenden zwischen den Schuppen- und Nadelresten früherer Jahre großenteils versteckt. Die 1—3 cm langen und ½—¾ mm breiten, an den Kurztrieben sehr ungleich langen, stumpfspitzigen, oberseits fast flachen, unterseits durch den Mittelnerven sehr stumpf gekielten Nadeln sind hellgrün, die einschließlich des Stieles ½—1 cm langen männlichen Blüten anfangs hellgrün und durch den rötlichen Scheitel der Pollensäcke getupft, später gelb gefärbt, und die ohne Stiel 1—1½ cm langen, länglich-cylindrischen, abgestutzten weiblichen Blüten tragen breit-verkehrt-eiförmige, ausgerandete, purpurrote Fruchtblätter mit im unteren Teile der Blüte grünem Mittelnerven und gleicher Spitze. Die Blütezeit fällt mit Entfaltung der Nadeln von Mitte März bis Mitte Mai. Die ca. 3—4½ cm langen eiförmigen, hellbraunen Zapfen zeigen eiförmig-rundliche und schwach gestutzte oder ausgerandete, schwach gewölbte, furchig-gestreifte Schuppen, zwischen denen die Spitzen der Deckschuppen meist nur im unteren Teile deutlich vortreten. Der halb-eiförmige, glänzend gelbbraune Samenflügel ist 1½—2 mal so lang als der 3—5 mm lange rotbraune Same. Das Keimpflänzchen besitzt 4—8 (meist 5—6) 1—1½ cm lange, etwas gebogene, ganzrandige, zarte Cotyledonen und am ersten Jahressprosse nur Einzelnadeln, welche zum Teil Achselknospen entwickeln, aus denen im zweiten Jahre die ersten Kurztriebe hervorgehen.

---

204) Caspary, a. d. Note 196 cit. Orte, Taf. 15, 16.

Von Larix ist die nordostchinesische Pseudolarix Kaempferi Gord. nur durch nach der Reife zerfallende Zapfen verschieden. Auch Cedrus Loud. (Ceder — durch die oft kultivierte Himalaya- oder Deodora-Ceder, C. Deodora Loud., bei uns am meisten gekannt), wirft die Schuppen des jedoch erst im 2. oder 3. Jahre reifenden Zapfens ab, unterscheidet sich von den Lärchen außerdem aber noch durch immergrüne Benadelung an sonst gleichentwickelten Lang- und Kurztrieben [205]).

§ 111. Pinus L. (zum Teil, Kiefer, Föhre [206]), die letzte Gattung der Abietaceen, umfaßte bei Linné sämtliche Arten der letzteren, jetzt nur diejenigen immergrünen, welche an den Langtrieben nur schuppenförmige Niederblätter und nur an den in der Achsel dieser Niederblätter entstehenden Kurztrieben 2—5 (sehr selten 1) Nadeln tragen, deren im 2. oder 3. Jahre reifende Zapfen überdies die im geschlossenen Zustande freie Scheitelfläche der hier meist bedeutend verdickten holzigen Schuppen zu einem eigentümlichen rhombischen oder halbiert rhombischen Schilde, der Apophyse, entwickeln, die im ersteren Falle durch einen Querkiel in ein oberes und unteres Feld und bisweilen durch Längskiele weiter geteilt und in der Mitte des Kieles in verschiedener Weise genabelt ist. Höhe und Ausdehnung der Apophyse, Stärke des Nabels und seines etwaigen Stachels 2c. sind an Basis und Spitze desselben Zapfens meist schon Schwankungen unterworfen. Die Mehrzahl der Arten wirft die reifen entleerten Zapfen ganz ab; nur bei den Arven (Zirbelkiefern) zerfallen dieselben nach der Samenreife. Von den übrigen Merkmalen ist hervorzuheben, daß die gestielten männlichen Blüten zu mehreren bis vielen büschelig bis ährenförmig gedrängt am Ende vorjähriger Triebe und jede in der Achsel eines häutigen Deckblattes stehen und daß ihre mit Längsspalt aufspringenden Pollensäcke von einer verschieden gestalteten Konnektivschuppe überragt werden. Die weiblichen Blüten entspringen neben der Endknospe (scheinbar endständig) oder unterhalb derselben (seitenständig) einzeln oder gegen- oder wirtelständig an diesjährigen Trieben. Sie sind am Grunde von Knospenschuppen gestützt, meist klein, und ihre kleinen häutigen Fruchtblätter werden schon zur Blütezeit von der großen und dicken, fleischigen, mit aufgesetzter Spitze versehenen Placenten überragt und verkümmern nach der Blütezeit ganz. Die reifen Zapfen haben je nach den Arten verschiedene Stellung und die nur selten (bei den Arven) fehlenden Flügel ihrer holzig-schaligen Samen umgreifen die letzteren nur am Rande zangenartig mit schmalem Falzsaume, sind daher nach dem Abfallen am Grunde durchbrochen. Die Keimpflanzen entwickeln am ersten Jahrestriebe (bisweilen auch an dem folgenden) noch keine schuppigen Niederblätter, sondern spiralig gestellte, von den späteren Nadeln durch größere Breite, flachere Form und kräftige gesägte Ränder verschiedene Laubblätter resp. Einzelnadeln (Primordialnadeln). Die Langtriebe gehen aus der jedesmaligen Gipfelknospe des Stammes, resp. seiner Aeste, und aus unter diesen gebildeten Quirlknospen hervor; andere zerstreut stehende Seitenknospen fehlen, Adventivknospen werden nur von verhältnismäßig wenigen, namentlich dreinadeligen Kiefern gebildet. Die benadelten Kurztriebe sind am Grunde von einer Anzahl den Nadeln voraufgehender schuppenförmiger, zuletzt trockenhäutiger Niederblätter scheidenförmig umschlossen (Nadelscheide), und der in normalen Fällen nach Entwickelung der Nadeln in den Ruhezustand übergehende kleine Vegetationskegel des Kurztriebes kann unter besonderen Verhältnissen — abnorm reicher Ernährung, wie sie bei unserer gemeinen Kiefer z. B. durch Nadelverbiß eintritt — zu einer Scheidenknospe oder einem zerstreut benadelten Scheidentriebe auswachsen.

Man kann die ca. 70 Arten enthaltende Gattung zunächst in zwei große Untergattungen, Pinaster und Strobus, gliedern. Die Arten der Untergattung Pinaster besitzen an den

205) J. D. Hooker, On the Cedars of Lebanon, Taurus, Algeria and India; 8° mit 3 Taf. London 1862.

206) Engelmann, Revision of the genus Pinus; Transactions of the Acad. of Science of St. Louis IV. 161, Taf. 1–3 (systematische Anordnung mit Berücksichtigung der Lage und des Baues der Harzkanäle der Nadeln).

Zapfenschuppen eine mehr oder weniger pyramidale, durch einen Querkiel halbierte Apophyse mit zentralem, oft von einem zur Blütezeit schon angedeuteten Stachel gekröntem Nabel. Die Zapfen fallen ganz ab und die Samen sind fast stets groß geflügelt (nur schmal flügelig gesäumt bei P. Pinea L., der Pinie). Hierher gehören als drei Sektionen: Die echten Kiefern (Pinea) mit meist zweinadeligen Kurztrieben und daher halbcylindrischen Nadeln, — Weihrauchkiefern (Taeda) mit dreinadeligen Kurztrieben und daher dreikantigen Nadeln, — und die falschen Weymouthskiefern (Pseudostrobus) mit fünfnadeligen Kurztrieben und gleichfalls dreikantigen Nadeln. Die Untergattung Strobus ist durch eine gleichsam halbierte (und meist auch weniger starke) Apophyse mit (am Rande) endständigem und nicht oder kaum gestacheltem Nabel und durch meist fünfnadelige Kurztriebe mit dreikantigen Nadeln charakterisiert. Sie umfaßt als zwei Sektionen die echten Weymouthskiefern (Eustrobus) mit hängenden und ganz abfallenden Zapfen und geflügelten Samen, — und die Arven oder Zirbelkiefern (Cembra) mit aufrechten oder abstehenden, zuletzt zerfallenden Zapfen und ungeflügelten oder nur schmal häutig gerandeten Samen.

§ 112. Von den in unserem Gebiete heimischen Arten aus der Untergattung Pinaster und der Sektion Pinea ist

P. silvestris L., die gemeine Kiefer, die wichtigste. Ihr Verbreitungsgebiet, das größte unter allen europäischen Abietineen, erstreckt sich über fast ganz Europa und den größten Teil des nördlichen Asiens, in Skandinavien nordwärts bis zum 70. Breitengrade und hier noch bis 273 m ü. M. gehend, südwärts in Europa bis zum westlichen Spanien, Norditalien und Macedonien reichend und im bairischen Walde bis 923 m, in den Alpen des Engadin bis 1948 m, in den Pyrenäen von 974—1623 m, in der spanischen Sierra Nevada von 1623—2111 m emporsteigend. Ihr in der Krone samt den älteren Aesten mit in papierdünnen Fetzen abschülferndem, leuchtend rotgelbem Periderm, an den älteren Teilen mit zuletzt dicker, gefurchter, außen grau-, innen lebhaft rotbrauner, schwach muschelig abschuppender Borke bekleideter Stamm erreicht eine Höhe von bis 48 m und einen Durchmesser bis zu 1 m und selbst darüber. Die in der Jugend regelmäßig quirlästige und kegelförmige Krone wird im Alter unregelmäßiger verzweigt und schirmförmig. Die benadelten Zweige besitzen eine glatte graugelbe, durch die herablaufenden Blattpolster der gedrängten Schuppenblätter klein gefelderte Rinde; ihre relativ kleinen eikegelförmigen Knospen sind mit hellgrau- bis hellrötlichbraunen, heller bis weißlich gesäumten häutigen Schuppen bedeckt, und die 4—7 cm langen, bis 2 mm dicken, steifen spitzen, auf dem Rücken dunkel-, auf der flachen Oberseite bläulichgrünen, an den Rändern äußerst fein gesägten Nadeln [207]) werden von dicht unter der Epidermis verlaufenden Harzkanälen durchzogen und am Grunde von einer in der Jugend langen und silberweißen, später verschrumpften, geringelten und braunen Niederblattscheide gestützt. Die im Mai bis Anfang Juni stäubenden kurz gestielten, eiförmigen, ca. 6—8 mm langen männlichen Blüten stehen zu vielen büschelig gedrängt; die Konnektivschuppe ihrer gelben, selten an vereinzelt auftretenden Bäumen roten [208]) Staubblätter ist gewöhnlich rundlich, bisweilen aber zu einem schmalen Saume verkümmert. Die einzeln oder gegenständig, seltener quirlig, scheinbar endständig entwickelten gestielten, 5—6 mm langen, eiförmig-kugeligen weiblichen Blüten sind durch die rote Vorder- und Oberfläche der quer-rundlichen und mit aufgesetzter stumpfer Spitze versehenen Placenten rötlich gefärbt. Die 2½—7 cm langen eikegelförmigen, am Grunde schiefen Zapfen hängen an einem bogig gekrümmten Stiele und sind durch dunkel- bis schwarzbraune Innenfläche der Schuppen, sowie durch flach pyramidale gekielte, meist grünlich- oder bräunlichgraue bis scherbengelbe Apophysen mit niedergedrücktem oder erhabenem bis zuweilen hakigem Nabel ausgezeichnet. Die eiförmig-länglichen und am Grunde spitzlichen, 3—4 mm langen, schwärzlichgrauen bis

207) Kraus, Das mehrjährige Wachsthum d. Kiefernnadeln; Abhandl. der naturf. Gesellsch. zu Halle XVI.

208) Vgl. u. a. Magnus, Ueber d. Vorkommen von P. silv. mit rothen Antheren; Verhandl. d. bot. Ver. d. Prov. Brandenburg XXI. Caspary, Einige in Preußen vorkommende Spielarten d. Kiefer; Schriften d. physikal.-ökonom. Ges. Königsberg 1882, S. 209.

schwärzlichen Samen besitzen einen etwa dreimal so langen halb-eiförmigen, bräunlichen bis graubraunen, häufig fein längsgestrichelten Flügel. Die 4—7 (meist 5—6) Cotyledonen der Keimpflanze sind meist ca. 1½—2 cm lang, aufwärts gebogen, dreieckig, ganzrandig und hellgrün, die längeren und flachen grünen Primordialnadeln der Plumula an den Rändern scharf gesägt.

Von den durch Standortsverhältnisse bedingten abweichenden Formen (Strand- und Moorkiefern) und den kaum als Varietät zu bezeichnenden Bäumen mit roten Antheren (var. erythranthera Sanio), sowie von den durch die mannigfachsten Uebergänge verbundenen Formen mit flachen (forma plana Heer), konvexen (forma gibba Heer) oder in bis 5 mm lange Haken ausgezogenen Zapfenapophysen (forma reflexa Heer) abgesehen, bleibt als eigentümliche Spielart noch die Schlangenkiefer (var. virgata Caspary) zu erwähnen. Dieselbe zeichnet sich durch unregelmäßig wirtelständige, langgestreckte und knickige Aeste mit wenigen unregelmäßig gestellten rutenförmigen, schlangenartig gewundenen Zweigen 2. Ordnung aus, und wurde bis jetzt außer in Frankreich nur einmal in der Prov. Preußen (Oſf. Wandsburg) gefunden [209].

§ 113. Von der gemeinen K. unterscheidet sich die nächstverwandte Berg- oder Krummholzkiefer (P. montana Mill.) [210] durch auf beiden Flächen gleichfarbige grasgrüne Nadeln, violette und blaubuftige weibliche Blüten und grauweißen, matten, von einer schwärzlichen Linie gesäumten Nabel der Apophysen. Im übrigen ist diese Art äußerst veränderlich. Die durch Standortsverhältnisse bedingten Wuchsformen: Baum bis 26 m Höhe und Strauch, letzterer aufrecht oder mit liegenden und bogig aufsteigenden Aesten (Knieholz, Latsche, Legföhre) sind indessen zur Unterscheidung der Varietäten nicht benutzbar. Nach den Zapfen kann man mit Willkomm drei Varietätenreihen unterscheiden: var. uncinata Willk. (Hakenkiefer) mit ungleichseitigen Zapfen und wenigstens teilweise kapuzenförmig verlängerten und hakig abwärts gekrümmten Apophysen, — var. Pumilio Willk. (P. Pumilio Hänke, Zwergkiefer, Krummholz) mit gleichseitig ausgebildeten eiförmigen oder fast kugeligen, bis zur Reife noch bläulich bereiften Zapfen mit meist eingedrücktem Apophysennabel, — und var. Mughus Willk. (P. Mughus Scop.) mit regelmäßig kegel- bis eikegelförmigen, nie bereiften Zapfen mit gewöhnlich dornigem Apophysennabel. Die zahlreichen Formen dieser Reihen gehen allmählig ineinander über. Mit der gemeinen K. bildet die Bergkiefer Bastarde [211]. Der Verbreitungsbezirk erstreckt sich durch die Bergregionen eines großen Teiles von Mittel- und Südeuropa. Ihr tiefstes Vorkommen ist (in Schlesien — Hakenkiefer) bei 165, ihr höchstes (Abruzzen) bei 2695 m.

P. Laricio Poir., die Schwarzkiefer, welche sich der vorigen Art zunächst anreiht, entwickelt einen bis 30 m hohen und 1 m Durchmesser haltenden Stamm mit durchgehend dunkel schwarzgrauer, tiefrissiger Borke. Die bei jungen Bäumen kegelige, im Alter schirmförmig gewölbte Krone ist an den jüngeren Zweigen dicht benadelt; die 8—16 cm langen und 1½ bis fast 2 mm dicken, starren, mit weißlich-gelber Spitze stechenden, an den Rändern äußerst fein gesägten Nadeln sind beiderseits gleichfarbig dunkelgrün und ihre Harzkanäle liegen von der Oberhaut entfernt im Parenchym. Die das Nadelpaar stützende bis 1½ cm lange, unten ockergelbe, nach oben durch weißlichgelb ins aschgraue spielende Niederblattscheide ist sehr fein geringelt. Die großen eiförmig-länglichen, spitzen Knospen sind durch die weißgefransten Ränder der hellbraunen Schuppen und starken Harzausfluß weißlich gefärbt. Die länglich-cylindrischen, 15—25 mm langen, büschelig gedrängten, Mitte Mai bis Mitte Juni stäubenden männlichen Blüten sind dunkelgelb, die einzeln oder zu 2—3 scheinbar endständigen, 3½—5½ mm langen, länglichrunden weiblichen Blüten dunkelrot gefärbt. Die sitzenden, aufrecht oder horizontal bis schief nach unten abstehenden, 5—8 cm langen länglich-eiförmigen bis eikegelförmigen Zapfen zeigen im unteren Teile fast fünfeckige, weiter aufwärts am oberen Rande abgerundete, oben rhombische, konvexe, glänzend scherbengelbe bis gelbbraune Apophysen mit großem hellbraunem stumpfem oder spitzem Nabel, sowie eine hellbraune Ober- und dunkel rot- bis schwarzbraune Unterfläche der Zapfenschuppen. Die 5—7 mm langen eiförmig-länglichen und abwärts zugespitzten, hellbräunlichen bis aschgrauen Samen tragen einen bis 26 mm langen halb-eiförmigen, gelbbraunen und rotbraun gestreiften Flügel. Das Keimpflänzchen ist demjenigen der gemeinen K. ähnlich, die 5—10 (meist 7) fein gespitzten und stark gebogenen, 4—5 cm langen Cotyledonen sind jedoch wie die sparsam gesägten Primordialnadeln mehr blaugrün.

Von den Varietäten dieser von Südspanien durch Südeuropa ostwärts bis Kleinasien, nordwärts bis zum Wiener Walde verbreiteten Art ist die zur dicknadeligen Reihe gehörende österreichische Schw. (P. L. β austriaca Endl., P. austriaca Höss, P. nigricans Host) die in unserem Gebiete allein vorkommende, deren Hauptareal in Niederösterreich liegt, von wo aus sich ihr Bezirk südöstlich bis nach Bosnien und der Herzegowina erstreckt. Sie ist als Varietät ausgezeichnet durch grünlichbraune Rinde der einjährigen und schwarzgraue Rinde der

---

209) Caspary, a. d. Note 208 cit. Orte.

210) Willkomm, Versuch einer Monographie d. europ. Krummholzk.; Tharander Jahrbuch XIV. 166.

211) Vgl. Brügger a. d. Note 202 cit. Orte S. 128: P. rhaetica Brügg.

älteren Zweige, sowie durch schlank eikegelförmige, meist scherbengelbe Zapfen mit scharf quergekielten mittleren und oberen Apophysen [212]).

Aus der Sektion Taeda mit dreinadeligen Kurztrieben sind bemerkenswert die bei uns versuchsweise angebauten: P. rigida Mill. (Pechkiefer) aus Nordamerika, mit reichlicher Adventivknospenbildung, 6—12 cm langen dunkelgrünen Nadeln und eiförmigen, 6—10 cm langen hellbraunen Zapfen mit zurückgekrümmten Nadeldornen der Apophysen; sowie P. Jeffreyi Murr. aus Californien, mit 15—20 cm langen dunkel bläulichgrünen Nadeln und schief eiförmigen, 15—18 cm langen braunen Zapfen, deren Apophysen einen starken zurückgebogenen, stachelspitzigen Nabel besitzen.

Die zur Sektion Eustrobus der Untergattung Strobus (§ 111) gehörende nordamerikanische, in Deutschland gebaute Weymouthskiefer, P. Strobus L., bis 60 m hoch und 2 m im Durchmesser stark werdend, trägt 6—10½ cm lange, kaum 1 mm dicke, weiche Nadeln mit hellgrünem konvexem Rücken und bläulichweiß gestreiften ebenen Innenflächen. Ihre hängenden gestielten, 10—15 cm langen, walzig-spindelförmigen und schwach gekrümmten, braunen Zapfen haben holzig-lederige Schuppen mit nur wenig verdickter Apophyse, und die 5—6 mm langen eiförmigen, dunkelgrau und schwarz marmorierten Samen einen 2 cm langen schmalen, braunen und rotbraun gestreiften Flügel.

Die in unserem Gebiete wild nur in den Alpen und Karpathen je nach Oertlichkeit in Höhen von 950—2560 m vorkommende, in einer klimatischen Varietät aber auch durch Rußland und Sibirien in der Ebene wie im Gebirge verbreitete Arve oder Zirbelkiefer, P. Cembra L., ist der einzige heimische Repräsentant der Sektion Cembra der Untergattung Strobus (§ 111), mit bis 23 m hohem und bis 1,7 m im Durchmesser dickem, zuletzt mit dicker graubrauner, querrissiger, feinschuppiger Borke bekleidetem Stamme, anfangs kegel-, dann walzenförmiger, später unregelmäßiger Krone, sammtartig rostgelb behaarten jungen Trieben und 5—8 cm langen starren, stumpfspitzigen, außen dunkel- und auf den Innenflächen graugrünen Nadeln, sowie gelben männlichen und violetten weiblichen Blüten. Die kurz gestielten, aufrecht abstehenden, 5—8 cm langen, eiförmigen bis eilänglichen und sehr stumpfen Zapfen sind unreif bläulich-violett bereift, zuletzt zimmtbraun und ihre 10—12 mm langen eiförmigen, rotbraunen, sehr hartschaligen Samen flügellos.

10. Klasse. Gnetaceae, Meertrauben.

§ 114. Die einzige Familie dieser Klasse umfaßt harzfreie Holzgewächse von sehr verschiedenartiger Tracht, mit 1- oder 2häusigen unansehnlichen aber den übrigen Gymnospermen gegenüber durch die Entwickelung einer einfachen Blütenhülle ausgezeichneten Blüten. Bei der in Südeuropa und noch bei Pest, Bozen und Trient durch die halbstrauchige E. vulgaris Rich. vertretenen Gattung Ephedra, welche durch die eigentümlich gegliederten, mit rudimentären, kurz zweizähnigen Scheidenblättern besetzten Zweige an die Schachtelhalme erinnert, schließt das muschelartig zweiklappige Perigon der männlichen Blüte ein axiles, 2—8 Pollensäcke tragendes Staubgefäß, das krugförmige Perigon der weiblichen Blüte eine aufrechte, geradläufige Samenknospe ein. Der scheinbeerenartige Same enthält einen geraden Keimling mit zwei Cotyledonen.

5. Gruppe. Angiospermae, bedecktsamige Blütenpflanzen.

§ 115. Von den Gymnospermen sind die Angiospermen durch den aus einem oder mehreren Fruchtblättern verwachsenen ein- oder mehrfächerigen Fruchtknoten (§ 95) verschieden, welcher eine oder mehrere Samenknospen völlig einschließt und zur Aufnahme des nicht mehr direkt zu letzteren gelangenden Blütenstaubes die Narbe ausbildet, auf welcher der Pollenschlauch entwickelt wird und von wo aus derselbe durch das Narbengewebe und in vielen Fällen auch noch durch einen Griffel in die Fruchtknotenhöhle zu den Samenknospen hinabwächst (§ 97). Dabei wird in den Pollenzellen nicht mehr ein durch feste Zellwand abgeschiedenes männliches Prothallium erzeugt, sondern letzteres durch eine nackte Zelle vertreten. Im Embryosacke der Samenknospe ist die vor der Befruchtung stattfindende Zellbildung auf drei Zellen (eine Eizelle und ihre beiden Gehülfinnen) im Scheitel und die drei Gegenfüßlerinnen im Grunde des Embryosackes beschränkt (§ 97) und das nach der Befruchtung im Keimsacke entwickelte, doch in vielen Fällen vollständig wieder resorbierte Endosperm (§ 97) ist dem Prothallium der Gymnospermen nicht gleichwertig.

Nach der Zahl der Keimblätter des Embryo, zu welchem Merkmale jedoch noch

212) Hö ß, Monographie d. Schw.; fol. mit 2 col. Taf., Wien 1831. v. Seckendorf, Beiträge z. Kenntniß d. Schw.; 4° mit 14 Taf. u. 1 Karte, Wien 1881.

andere Charaktere kommen, gliedern sich die Angiospermen in die beiden Klassen der Mono- und Dicotyledonen.

11. Klasse. Monocotyledoneae, einkeimblätterige Samenpflanzen[213]).

§ 116. Diese bei uns nur durch Waldbodenflora vertretene Klasse ist die niedriger organisierte. Der meist cylindrische, zapfen- oder kegelförmige, im Verhältnis zum kräftig entwickelten Endosperm meist kleine Embryo besitzt nur ein Keimblatt, die Keimpflanze beginnt daher mit abwechselnder Blattstellung und die erstarkende Pflanze setzt diese gewöhnlich auch zweizeilig oder spiralig fort. Wirtelständige Blätter sind selten (Paris, Convallaria verticillata). Die Hauptwurzel stirbt bald ab und wird durch aus der Axe entspringende Nebenwurzeln ersetzt. Der Stengel resp. Stamm zeigt im Grundgewebe zerstreut verlaufende, nur in einzelnen Fällen (Tamus, Dioscorea) wie bei den Dikotylen geordnete, allermeist kollaterale und stets geschlossene (des Kambiums entbehrende) Fibrovasalstränge, besitzt daher der Regel nach kein Dickenwachstum und wo ein solches (wie bei den baumartigen Liliaceen der Gattungen Dracaena, Yucca ꝛc.) stattfindet, geht dasselbe nicht von den primären Gefäßbündeln, sondern von einem in der Rinde auftretenden Neubildungsgewebe aus. Die meist sitzenden und ganz oder großenteils und oft (z. B. Gräser) mit sehr ausgeprägter Scheide stengelumfassenden, gewöhnlich einfachen und ganzrandigen, nebenblattlosen Blätter zeigen in der Regel längsstreifige, selten fiederstreifige, sehr selten (in den Familien der Aroideen und Dioscoraceen) netzige Nervatur. Die Blüten werden bei typischer Ausbildung aus fünf dreigliederigen Quirlen gebildet, von denen je zwei auf Blütenhülle und Staubgefäße, eine auf den Fruchtknoten kommen; doch können mehr oder weniger weitgehende Reduktionen eintreten, wie z. B. bei Gräsern und Scheingräsern und noch mehr den Aroideen. Die Blütenhülle ist in beiden Kreisen meist blumenkronen-, seltener (bei den Juncaceen) kelchartig entwickelt, sehr selten (so z. B. bei Alisma, Hydrocharis) in Kelch und Krone differenziert. In völlig reiner Ausbildung oder mit nur geringer Abweichung tritt der Blütencharakter auf in der

1. Ordnung der Liliiflorae.

§ 117. Das Perigon der meist aktinomorphen, zwitterigen und ansehnlichen Blüten ist hier in der Regel kronenartig, bei den Juncaceen und einzelnen Liliaceen (z. B. der zugleich vierzählig gebauten Paris) ꝛc. jedoch kelchartig ausgebildet. Von den beiden Staubblattwirteln schlägt bei den Iridaceen der innere vollständig fehl. Der je nach Familien ober- oder unterständige, aus drei Carpellen gebildete Fruchtknoten ist gewöhnlich dreifächerig und wird zur Kapsel oder Beere. Der Embryo wird vom Endosperm allseitig eingeschlossen. Von den hier zu berücksichtigenden Familien ist diejenige der meist Zwiebelgewächse enthaltenden

Liliaceae (Liliengewächse[214]) durch kronenartiges Perigon, 6 Staubgefäße und oberständigen dreifächerigen Fruchtknoten mit meist zahlreichen anatropen Samenknospen im Innenwinkel der Fächer ausgezeichnet. Zur Sektion der Liliaceae mit introrsen Antheren und fachspaltig-dreiklappiger Kapsel gehören: Anthericum L. (Graslilie), zwiebellose, grasblätterige Stauden mit einfachen (A. Liliago L. in sandigen lichten Wäldern, auf Anhöhen) oder verzweigten (A. ramosum L.). Blütenschäften und weißen, auf gegliederten Stielen stehenden Blüten; dann Allium L. (Lauch) als Zwiebelgewächse mit auf unverzweigtem Schafte doldenartig oder kopfig stehenden und vor dem Aufblühen von einer großen Scheide umschlossenen Blüten, deren Perigonblätter keine Nektarien tragen, deren Antheren der Filamentspitze mit dem Rücken beweglich (schaukelnd) eingelenkt sind und unter denen das in Wäldern gesellig auftretende A. ursinum L. (Bärenlauch) durch weißblühende Dolden und 2 langgestielte elliptisch-lanzettliche Blätter ausgezeichnet ist. Von letzterer Gattung ist die in unseren Wäldern durch die kleine, nur ein grasartiges Blatt tragende G. lutea Schult. (Gelbstern) vertretene Gagea Salisb. durch Nektarien am Grunde der nach der Blütezeit nicht abfallenden Perigonblätter, sowie durch nicht schaukelnde Antheren verschieden, während Lilium L. (Lilie) abfallende Perigonblätter, schaukelnde Antheren und den vorigen gegenüber zahlreichsamige Kapselfächer besitzt.

---

213) Kunth, Enumeratio plantarum omnium hucusque cognitarum; 6 Bde. 8° mit 40 Taf., Stuttgart u. Tübingen 1833/50 (nur Monocotylen enthaltend). Bentham, On the distribution of the monocotyledonous orders into primary groups; Journal of the Linnean Society London, Botany XV. 490. Dazu die früher citierten allgem. system. Werke.

214) Ueber die Wachstumsverhältnisse dieser u. d. folg. Famil. findet sich ausführliches in den Arbeiten von Irmisch, Morphol. Beobachtungen ꝛc. d. Melanthaceen, Irideen u. Aroiden (Abhandl. der naturw. Ver. zu Halle I. 129); Zur Morphologie der monokotylen Knollen- und Zwiebelgewächse (8° mit 10 Taf., Berlin 1850); Beiträge zur vergleich. Morphol. d. Pflanzen (Abhandl. d. naturforsch. Ges. zu Halle 1854/63). De Candolle, Les Liliacées; 4 Bde. fol. mit 240 col. Taf., Paris 1802/8. Baker, Revision of the genera and species of Liliaceae; Journ. of the Linn. Soc. London, Botany XI, XIII, XIV, XV u. XVII.

Martagon L. (Türkenbund) der humosen Bergwälder ist an den meist quirlständigen Blättern und nickenden Blüten mit zurückgerolltem blaßbraunrotem und dunkler geflecktem Perigon kenntlich. Aus der durch die Beerenfrucht unterschiedenen Sektion der Asparagaceae (Smilaceae) besitzt Convallaria L. (C. majalis L., Maiglöckchen, in schattigen, humosen Wäldern) glockenförmige, zwitterige, in allen Kreisen dreizählige Blüten mit dem Grunde des Perigons eingefügten Staubgefäßen, das verwandte Polygonatum Tourn. (P. multiflorum All., Convallaria mult. L., mit vielblätterigem cylindrischem Stengel — an gleichen Standorten) in der Mitte des röhrenförmigen Perigons eingefügte Staubgefäße. Majanthemum Web. (M. bifolium Schmidt, Convalaria bif. L., Schattenblume) ist durch tief vierspaltiges weißes Perigon und 4 Staubgefäße, die am Stengel 4 große Laubblätter im Quirl tragende Paris quadrifolia L. (Einbeere) durch in allen Kreisen vierzählige Blüten mit kelchartigem Perigon und 8 Staubgefäßen ausgezeichnet.

§ 118. Die verwandten Juncaceae (Binsengewächse[215]) unterscheiden sich von den Liliaceen wesentlich nur durch die trockene, spelzenartige Beschaffenheit des kelchartigen Perigons. Sie entwickeln außerdem keine Zwiebeln und zeigen charakteristische gras- oder binsenartige Tracht. Aus der Gattung Luzula DC. (Marbel, Simse) mit einfächeriger, drei grundständige Samen enthaltender Kapsel ist L. pilosa Willd. von den Arten mit meist einfach doldig gruppierten Blüten die in Wäldern häufigste, durch langzettliche unterste Blätter und nach der Blütezeit meist zurückgeschlagene Blütenstiele ausgezeichnete Art. Aus der durch ein- oder halb bis vollständig dreifächerige, vielsamige Kapseln charakterisierten, bisweilen nur 3 Staubgefäße besitzenden Gattung Juncus L. (Binse) finden sich in Waldsümpfen und auf nassen Schlägen: J. Leersii Marsson (J. conglomeratus der Floren) mit graugrünen glanzlosen und J. effusus L. mit dunkelgrünen glänzenden, stielrunden Halmen und halmartigen Laubblättern sowie seitenständigen Inflorescenzen; dann J. silvaticus Reich. mit zu endständigen Spirren geordneten Blütenköpfchen und 2 – 8 halmständigen, röhrigen und quergefächerten Blättern.

Aus der durch unterständigen Fruchtknoten von den Liliaceen verschiedenen Familie der Amaryllidaceae (Amaryllisgewächse[216]) ist Leucojum vernum L. (Knotenblume, Schneeglöckchen) in Laubwäldern des mittleren und südlichen Gebietes bekannte Pflanze, die sich vom echten Schneeglöckchen (Galanthus nivalis L.) durch gleichlange Perigonblätter und nicht zugespitzte Staubbeutel unterscheidet. Aus der mit der vorigen den unterständigen Fruchtknoten und das kronenartige, ansehnliche Perigon teilenden, aber durch nur drei Staubgefäße verschiedenen Familie der Iridaceae (Schwertliliengewächse[217]) ist die durch schwertförmige Blätter und actinomorphe Blüten mit zurückgeschlagenen äußeren Perigonlappen und drei großen blumenblattartigen Narben charakterisierte Gattung Iris L. (Schwertlilie) durch die in Waldsümpfen, an Teich- und Grabenufern nicht seltene gelbblütige I. Pseudacorus L. vertreten.

2. Ordnung. Spadiciflorae.

§ 119. Diese Ordnung ist von derjenigen der Liliifloren durch die kleinen, unscheinbaren, nackten oder nur ein kelchartiges Perigon entwickelnden, meist eingeschlechtigen Blüten verschieden, welche zuweilen in einfache und dann meist kolbige (Kolben, spadix) oder verzweigte Inflorescenzen vereint sind, die in der Regel wenigstens anfänglich von einem großen, oft gefärbten Hochblatte, der Scheide (spatha) eingeschlossen oder gestützt werden. Ihre ansehnlichsten Mitglieder (Palmen, Pandaneen, Aroiden) sind Tropenbewohner. Die meist beerenfrüchtige Familie der

Araceae (Aroideae, Arongewächse[218]), ist durch den fast immer von einer Scheide umgebenen oder gestützten Kolben ausgezeichnet, an welchem die deckblattlosen Blüten stehen. Letztere bedecken bei dem uferbewohnenden Kalmus (Acorus Calamus L.) den ganzen am flach dreikantigen Schafte scheinbar seitenständigen, weil von der blattartigen Spatha überragten Kolben, sind außerdem zwitterig und mit sechsgliederigem Perigon versehen. Die in Waldsümpfen wachsende Calla palustris L. (Schlangen- oder Schweinekraut, Schweinsohr) besitzt nackte, den ganzen Kolben bedeckende Zwitterblüten und eine große flache, innen weiß gefärbte Scheide. Bei dem in schattigen Laubwäldern zerstreut vorkommenden pfeilblätterigen Arum maculatum L. (Aronsstab) ist dagegen der von großer tutenförmiger, grünlicher Scheide eingeschlossene Kolben nur am Grunde von zwei gesonderten Ringen nackter weiblicher (unterer) und männlicher (oberer) Blüten besetzt, das obere keulige, violette Kolbenende nackt.

---

215) Die neuesten u. wichtigen Arbeiten von Buchenau über Juncaceen in Jahrbüchern f. wissensch. Bot. IV. 385; Abhandl. d. naturwiss. Ver. Bremen, Bd. II, IV, VI; Flora 1877, S. 86; Engler's Bot. Jahrb. f. Systematik Bd. I, VI, VII.

216) Herbert, Amaryllidaceae; 8° mit 48 Taf., London 1837.

217) Baker, Systema Iridacearum; Journ. of the Linn. Soc. Botany XVI. 61.

218) Schott, Icones Aroidearum; fol mit 40 col. Taf. Wien 1857 u. Genera Aroidearum fol. mit 98 col. Taf. Wien 1858. Engler. Araceae in De Candolle's Monograph. Phanerogam. II, desgl. in dessen Bot. Jahrbüch. f. System. Bd. I, IV, V, VI, sowie in Nova Acta XXXIX.

Die den Arongewächsen sich anschließenden Lemnaceae[219]), die bekannten Teichlinsen (Lemna L.) unserer Gewässer, vereinigen mit einer weitgehenden Reduktion der Blüten auch eine solche des vegetativen Körpers, der auf ein thallusartiges Stämmchen ohne entwickelte Blätter, bisweilen auch ohne Wurzel und oft nur zur Blütezeit mit Gefäßen versehen, reduziert ist.

Bei den sumpfbewohnenden, schilfartigen Typhaceae (Rohrkolbengewächse[220]) sind die einhäusigen Blüten zu dichten Kolben vereinigt, die bei Typha L. (Rohrkolben) endständig und cylindrisch sind, wobei die männlichen aus drei mit den Filamenten verwachsenen Staubgefäßen bestehenden den oberen, die weiblichen den unteren Teil einnehmen, beide gemischt mit zahlreichen die Perigone vertretenden Haaren.

3. Ordnung. Glumiflorae.

§ 120. Auch in dieser Ordnung sind die zwitterigen oder eingeschlechtigen Blüten klein und unansehnlich. Ihr Perigon ist zu Haaren, Schuppen 2c. reduziert oder fehlt ganz. Von Staubgefäßen finden sich meist 3; der häufig nur aus einem Carpell gebildete oberständige, einfächerige Fruchtknoten enthält nur eine Samenknospe und entwickelt sich zu der durch die Verwachsung von Frucht- und Samenschale charakterisierten, ein reiches, meist mehliges Endosperm enthaltenden Grasfrucht (Caryopse). Die Blüten bilden in den Achseln spelzenartiger Deckblätter Aehren, welche meist wieder zu größeren zusammengesetzten Blütenständen geordnet das Ende der halmartigen, mit gewöhnlich linealischen Blättern zweizeilig oder spiralig besetzten Axen einnehmen. Von den beiden hierher gehörigen Familien ist diejenige der

Gramineae (Gräser[221]) durch meist lang und knotig gegliederten hohlen Halm mit zweizeilig abwechselnden Blättern ausgezeichnet, deren mächtig entwickelte und meist offene (mit den Rändern nicht verwachsene), selten geschlossene (verwachsen-ränderige) Scheiden am oberen Rande (an der Basis der Spreite) einen häutigen Auswuchs, das Blatthäutchen (Ligula) tragen. Die Blüten stehen in Aehrchen (Grasährchen), die ihrerseits wieder zu größeren ährenartigen Blütenständen (zusammengesetzte Aehren mit ungestielten Aehrchen, z. B. bei Roggen, Weizen, Gerste), oder zu Rispen geordnet sind, letztere mit wenigstens während der Blütezeit ausgebreiteten langen Aesten (echte Rispen, z. B. beim Hafer) oder mit sehr kurzen aufrechten, jederzeit der Hauptachse angedrückten Aehrchenstielen versehen (zusammengezogene ährenförmige Rispen, z. B. bei Alopecurus, Phleum etc.). Die einzelnen ein- bis mehrblütigen Aehrchen tragen zweizeilig geordnete spelzenartige Deckblätter, in deren Achseln die Blüten stehen, von denen jedoch die untersten 2—4 meist unfruchtbar sind und als Hüllspelzen (Hüllblätter — früher: Klappen, Balg, Kelch) bezeichnet werden. Ihnen gegenüber heißen die in der Achsel eine Blüte tragenden Deckblätter speziell Deckspelzen (früher: untere Kronspelzen). Dieselben sind samt den Hüllspelzen von derberer Beschaffenheit und häufig mit charakteristischem borstenartigem Fortsatze, der Granne, versehen. Der Deckspelze gegenüber und etwas höher steht ein zweites zarthäutiges, in der Regel zweikieliges Vorblatt, die Vorspelze (früher: obere Kronspelze), zwischen dieser und der Deckspelze die eigentliche Blüte. Letztere ist ganz nackt oder besitzt ein rudimentäres Perigon aus meist nur zwei häutigen oder fleischigen Schüppchen (Lodiculae), welche zur Blütezeit anschwellen und dadurch das Auseinanderweichen der Spelzen (Aufblühen der Aehrchen) bewirken. Von den Staubgefäßen sind allermeist nur die 3 äußeren, selten alle 6, bisweilen nur 1—2 entwickelt, die Antheren an beiden Enden zweispitzig ausgeschnitten und in oder nahe der Mitte dem Filamente schaukelnd eingefügt. Der Fruchtknoten trägt auf mehr oder weniger entwickelten Griffeln meist 2 fadenförmige oder häufig sprengwedelförmige (in der oberen Hälfte allseitig verzweigte) oder federförmige (zweizeilig verzweigte) Narben, die beim Oeffnen der Blüten entweder am Grunde oder zwischen den Spitzen der Spelzen vorragen. Im Samen (Frucht) liegt der Keimling seitwärts am Grunde des Endosperms, letzteres nur mit seinem dicken schildförmigen Keimblatte berührend.

---

219) Hegelmaier, Die Lemnaceen; 4° mit 16 Taf., Leipzig 1868.

220) Rohrbach, Die europ. Arten d. Gatt. Typha; Verhandl. d. bot. Ver. d. Prov. Brandenburg XI. 67, desgl. Blüthenentwickel. 2c. in Botan. Zeit. 1869, S. 479, 859. Celakovsky, Ueber d. Inflorescenz v. Typha; Flora 1885, S. 618. Dietz, Ueb. d. Entwickel. d. Blüthe u. Frucht v. Sparganium u. Typha; 4° mit 3 Taf. Cassel 1887. Kronfeld, Ueber d. Blüthenstand d. Rohrkolben; Sitzungsber. d. Wiener Akad. 1886.

221) Döll, Ueber die Grasblüthe; Jahresber. d. Mannheimer Ver. f. Naturkunde 1868 u. 1870, desgl. in dessen Flora v. Baden I. 106. Hackel, Untersuch. üb. d. Lodiculae der Gräser; in Engler's Jahrb. f. System. I. 336, Taf. 3. Askenasy, Ueb. d. Aufblühen d. Gräser; Verhandl. d. naturw.-medicin. Ver. zu Heidelberg, N. F. II. 261 u. Bot. Zeit. 1880, S. 142. Harz, Beiträge z. Systematik d. Gramineen; Linnaea 43, S. 1, desgl. Flora 1880, S. 175 (Bau d. Früchte 2c.). Jessen, Deutschlands Gräser u. Getreidearten; 8° mit Holzschn., Leipzig 1863. Körnicke, Systematik, Biologie u. Geschichte d. Getreidearten, als 1. Bd. d. Handb. d. Getreidebaues v. Körnicke u. Werner. Palisot de Beauvais, Essai d'une nouvelle Agrostographie; 8° u. Atlas in 4°, Paris 1812. Bentham, Notes on Gramineae; Journ. of the Linn. Soc. London, Botany XIX. 14.

§ 121. Die ca. 4000 Arten enthaltende, über die ganze Erde verbreitete Familie läßt sich von verschiedenen Gesichtspunkten aus in Reihen und Unterfamilien gliedern. Unter Berücksichtigung nur der deutschen, speziell der wichtigsten waldbewohnenden Formen lassen sich als zwei Hauptreihen unterscheiden: Panicoideae mit 3—4 Hüllspelzen, von denen aber bisweilen einzelne verkümmern, und Poaeideae mit nur 2 Hüllspelzen (selten eine oder beide verkümmernd). Aus ersterer Reihe sind für uns nur die durch 2 größere untere und 2 kleinere obere Hüllspelzen ausgezeichneten Phalarideae durch die Gattung Anthoxanthum L. (Ruchgras — A. odoratum L.) bemerkenswert, welche u. a. durch nur 2 Staubgefäße, und fadenförmige Narben charakterisiert ist. In der Reihe der Poaeideae besitzen die Stipeae Rispen mit einblütigen, im Querschnitte rundlichen oder nur wenig vom Rücken her zusammengedrückten Aehrchen, ferner kurze oder fehlende Griffel. Die hierher gehörige, in schattigen Wäldern häufige Gattung Milium L. (M. effusum L., Flattergras) ist durch weit ausgebreitete lockere, kleinährige Rispe und unbegrannte Deckspelzen ausgezeichnet. Die sich anschließenden Alopecuroideae zeigen fast stets einblütige und von den Seiten zusammengedrückte Aehrchen, deren Axe oft über die Blüte hinaus verlängert ist und welche zusammengezogene ährenartige Rispen bilden, außerdem lange Griffel und zwischen den Spelzenspitzen vortretende Narben. Zu ihnen gehört Nardus stricta L., das auf moorigem Sandboden auch in Wäldern wachsende Borstengras mit schmalen borstenförmigen Blättern, und in Aushöhlungen der Aehrenspindel sitzenden einseitswendigen Aehrchen. Bekanntere Arten sind die allerdings meist wiesenbewohnenden Alopecurus pratensis L. (Fuchsschwanz) und Phleum pratense L. (Timothee-Gras). Von ihnen sind die Agrostideae durch ausgebreitete Rispen, kurze oder fehlende Griffel und seitlich vortretende Narben verschieden und Agrostis L. (Straußgras) durch nur kurz behaarte Aehrchenaxe, ungleichlange (die untere länger) unbegrannte Hüll- und dreinervige Deckspelzen ausgezeichnet. A. vulgaris With., mit sehr kurzem, abgestutztem Blatthäutchen, ist die gemeinste Art. Apera Spica venti P. B. (Windhalm) ist durch untere kürzere Hüllspelze und unter der Spitze lang begrannte fünfnervige Deckspelzen, sowie sehr große, feine Rispen, Calamagrostis Adans. (Waldrohr, Reitgras) durch am Grunde der Deckspelzen lang behaarte Aehrchenaxe verschieden. C. Epigeios Roth ist die in sandigen Wäldern häufigste Art mit steif aufrechter, auch während der Blütezeit geknäuelt-lappiger Rispe.

In der Unterfamilie der Avenaceae mit zwei- bis mehrblütigen in Rispen stehenden Aehrchen meist wenigstens unter den unteren Blüten behaarter Aehrchenaxe, großen (fast das ganze Aehrchen einschließenden) Hüllspelzen und auf dem Rücken meist mit kräftiger Granne versehenen Deckspelzen sind Holcus L. (Honiggras) zunächst durch kahle Aehrchenaxe (H. lanatus L. in Wäldern und auf Wiesen 2c. die gemeinste Art), Sieglinga Bernh., (Triodia—S. decumbens Bernh. auf magerem Sandboden) durch unbegrannte (nur zwei- oder dreispitzige) Deckspelzen, Weingaertneria Bernh. (W. canescens Bernh., Aira C. L. „Bocksbart") durch keulenförmig verdickte Granne und borstig zusammengefaltete blaugrüne Blätter als Ausnahmen charakterisiert. Avena L. (Hafer) besitzt zweispitzige und auf dem Rücken eine knieförmig gebrochene Granne tragende Deckspelzen und einen auf dem Scheitel behaarten Fruchtknoten (A. pubescens L. mit kurzzottigen Blattscheiden, A. elatior L., Raygras, mit kahlen Scheiden und in den unteren Blüten verkümmerten Fruchtknoten), Aira L. (Schmiele) kleinere zweiblütige Aehrchen mit kahlem Fruchtknoten. Unter den Arten der letzten Gattung ist A. caespitosa L. als Bewohnerin feuchten, sumpfigen Waldbodens durch dicht rasigen Wuchs, flache Blätter mit oberseits stark vortretenden rauhen Nerven 2c., A. flexuosa L. als auf trockenem Waldboden und Schlägen gesellig wachsende Art durch graugrüne borstenförmige Blätter und meist geschlängelte Rispenäste kenntlich. Die Unterfamilie der Arundineae, charakterisiert durch die in Rispen stehenden meist mehrblütigen Aehrchen, deren Hüllspelzen kürzer als die untersten Blüten sind, durch zuletzt gliedweise mit den Blüten abfallende und wenigstens unter den oberen Blüten seidenhaarige Aehrchenaxe, unbegrannte oder an der Spitze begrannte Deckspelzen, kahlen Fruchtknoten und an den Seiten der Blüten vortretende Narben auf ziemlich langen Griffeln, enthält außer dem bekannten Schilfrohre (Arundo Phragmites L. mit 3—7blütigen Aehrchen, dreinervigen Hüllspelzen und sprengwedelförmigen Narben) die Gattung Molinia Schrank (M. coerulea Moench, Pfeifenriet, auf feuchten und namentlich moorigen Stellen auch in lichten Nadelwäldern), die sich abgesehen von den nur am Grunde knotigen und beblätterten, sonst ganz knotenlosen Halmen von voriger durch 2—5blütige (meist blaugefärbte) Aehrchen, einnervige Hüllspelzen und federförmige Narben unterscheidet. Ihnen gegenüber sind die Festucaceae u. a. durch unbehaarte Aehrchenaxe, fehlende oder kurze Griffel und immer federförmige Narben, den Avenaceen gegenüber durch nicht gedrehte Grannen der Rispen bildenden Blüten ausgezeichnet. Von den wichtigeren Gattungen besitzt Melica L. (Perlgras) Hüllspelzen von oder fast von der Länge der Aehrchen, unbegrannte Deckspelzen und auf der Innenseite gefurchte Frucht, sowie geschlossene Blattscheiden, die in lichten Laubwäldern nicht seltene M. nutans L. einseitswendig hängende, ovale, zweiblütige Aehrchen. Von den übrigen Gattungen mit Hüllspelzen, welche kürzer als das Aehrchen sind, ist Bromus L. (Trespe) an den unterhalb des Fruchtknotenscheitels eingefügten Narben kenntlich, während bei den folgenden Gattungen die Narben auf dem Fruchtknotenscheitel sitzen. B. asper Murr. mit sehr lockeren und zuletzt ganz überhängenden Rispen, von der Seite zusammengedrückten und nach der Spitze verschmä-

lerten Aehrchen, rauhen Rispenästen ꝛc. bewohnt humosen Boden schattiger Wälder. Festuca L. (Schwingel) wird durch längliche bis linealische mehrblütige Aehrchen mit auf dem Rücken abgerundeten Deckspelzen, einnervige untere und zweinervige obere Hüllspelze, auf der Innenseite gefurchte Frucht ꝛc. gekennzeichnet. Von den bemerkenswerten Arten besitzen die auf trockenem Sandboden in Wäldern und auf Schlägen vorkommenden F. ovina L. (Schafschwingel — alle Blätter borstenförmig zusammengefaltet), F. heterophylla Haenke (untere Blätter borstig, halmständige flach, Ausläufer fehlend) und F. rubra L. (durch Ausläufer von voriger verschieden) ein sehr kurzes Blatthäutchen und schmal trockenhäutig gerandete, die Frucht eng einschließende Spelzen; die bis 1,5 m hohe F. gigantea Vill. schattiger Wälder ist durch nur flache breitlinealische Blätter mit sehr kurzem gestutztem Blatthäutchen und durch die weit abstehenden, an der Spitze schlaff überhängenden Rispenäste und schlängelige Grannen, die F. silvatica L. ähnlicher Standorte durch gleiche Blätter aber längliches Blatthäutchen verschieden. Von den Gattungen mit gekielten Deckspelzen und spitzen Hüllspelzen besitzt Dactylis L. (D. glomerata L.), Knäuelgras, mit einseitswendiger geknäuelt-lappiger Rispe) begrannte Deckspelzen und geschlossene Blattscheiden, Poa L. (Rispengras) unbegrannte Deckspelzen und offene Blattscheiden. Die in Wäldern häufige, sehr veränderliche, keine Ausläufer treibende P. nemoralis L. zeigt zu 5 stehende untere Rispenäste, schwach 5nervige Spelzen mit je einer seidenhaarigen Linie auf dem Rücken- und den Randnerven und ein sehr kurzes Blatthäutchen.

Die letzte Unterfamilie der Hordeaceae umfaßt Aehrengräser, deren Aehrchen den Ausschnitten der beiden gegenüberliegenden Seiten der vierkantigen oder verflachten, hin- und hergebogenen Aehrenaxe eingefügt sind. Bei Lolium L. (Lolch — L. perenne L. an Wegen gemein) sind die Aehrchen von den Seiten und senkrecht zu ihrer Anheftungsfläche zusammengedrückt, so daß eine Kante resp. eine Hüllspelze der Aehrenaxe zu-, die andere abgewendet ist; bei allen anderen Gattungen sind die Aehrchen parallel ihrer Anheftungsfläche und zugleich der Aehrenaxe zusammengedrückt, so daß sie eine volle Fläche der letzteren zukehren, die Hüllspelzen rechts und links stehen. Von ihnen ist zunächst Brachypodium P. B. (Zwenke — B. silvaticum R. et Sch. mit faseriger Wurzel und die Granne der oberen Deckspelzen so lang oder länger als dieselben) durch die kurz gestielten Aehrchen mit ungleich langen Hüllspelzen gekennzeichnet, während Triticum L. (Weizen) sitzende Aehrchen mit gleichlangen Hüllspelzen besitzt. Aus letzterer Gattung sind hier die ausdauernden Arten mit schwach gekielten Hüllspelzen und lanzettlichen, auf dem Rücken abgerundeten Deckspelzen hervorzuheben, von denen T. repens L. (Quecke) durch kriechendes Rhizom und nur oberseits rauhe Blätter, T. caninum L. durch faserige Wurzeln und beiderseits rauhe Blätter kenntlich wird.

§ 122. Von den echten Gräsern (Süßgräsern) ist die Familie der Cyperaceae, Schein-, Halb-, Ried- oder Sauergräser[222]), verschieden durch sehr verlängertes oberstes Internodium des scheinbar ungegliederten, vorzugsweise am Grunde dreizeilig beblätterten, oft dreikantigen und markigen Halmes, durch geschlossene Blattscheiden, Mangel der Vorblätter (Vorspelzen) der Blüten, fehlendes oder aus Haaren oder Borsten gebildetes Perigon, den im Grunde des Samens vom Endosperm allseitig eingeschlossenen Embryo ꝛc. Von den deutschen Unterfamilien der ca. 2000 Arten zählenden, über die ganze Erde verbreiteten Familie ist diejenige der Cariceae durch ein- oder selten zweihäusige Blüten charakterisiert. Die männlichen derselben, nur aus 3 Staubgefäßen gebildet, stehen einzeln in den Deckblattachseln zu einfacher Aehre geordnet; die weiblichen dagegen stehen auf einem aus der Deckblattachsel entspringenden kurzen Zweige, der seinerseits wieder ein Vorblatt trägt, in dessen Achsel die nur aus dem nackten Fruchtknoten bestehende Blüte steht, und welches auch später die Frucht als ein meist flaschenförmiger Schlauch völlig einschließt. Die einzige Gattung Carex L. (Segge) enthält zahlreiche Arten, die nur unter Berücksichtigung der unterirdischen Organe, der Narben der weiblichen Blüten und des reifen Fruchtschlauches bestimmbar sind. Als häufigste Waldbewohner treten die in folgender Uebersicht zusammengestellten Arten auf.

I. Alle Aehrchen oder doch die meisten männliche und weibliche Blüten enthaltend, klein, zu einer einfachen oder zusammengesetzten Aehre oder zur Rispe vereinigt. Weibliche Blüten mit 2 Narben.
  A. Aehrchen meist im oberen Teile männlich; Pflanzen ohne Ausläufer, dicht rasig; Halm dreikantig mit flachen Seiten. Schläuche sparrig abstehend: C. muricata L.
  B. Aehrchen am Grunde männlich.
    1. Rhizom weit kriechend.
      a. Aehrchen gerade, dunkelbraun; Schläuche länglich-eiförmig: C. praecox Schreb.
      b. Aehrchen gekrümmt, strohgelb; Schläuche lanzettlich: C. brizoides L.
    2. Rhizom dicht rasig, ohne Ausläufer oder wenig kriechend.
      a. Halm schlank, schwach bogig überhängend; die 3—4 unteren eiförmigen oder länglichen Aehrchen entfernt stehend: C. remota L.
      b. Halm straff; mit meist 6 genäherten, rundlich-elliptischen Aehrchen: C. leporina L.
II. Aehrchen nur mit einerlei Blüten, ein oder mehrere endständige männlich, die seitenständigen oder unteren weiblich.

---

222) Kunth. Ueber die Caricineen, Scirpeen ꝛc. Abhandl. d. Berliner Akad. 1837/41.

A. Fruchtknoten mit 2 Narben. Schläuche kahl, ohne Schnabel oder sehr kurz geschnäbelt. Blattscheiden nicht netzig gespalten, unteres Deckblatt kürzer als der Halm: C. Goodenoughii Gay. (C. vulgaris Fr.)

B. Fruchtknoten mit 3 Narben.

1. Schläuche schnabellos oder kurz geschnäbelt.

a. Deckblätter nicht oder sehr kurz scheidenförmig. Schläuche weichhaarig.

* Mit Ausläufern: C. verna Vill.

** Ohne Ausläufer.

0 Unterstes Deckblatt blattartig, aufrecht abstehend; 3—5 rundliche weibliche Aehrchen: C. pilulifera L.

00 Deckblätter häutig; 1—2 weibliche Aehrchen: C. montana L.

b. Deckblätter scheidenförmig.

* Schläuche weichhaarig. Rasen mit einer ausdauernden mittelständigen Blattrosette und seitenständigen Halmen; Schläuche so lang als die ausgerandeten gezähnelten Deckspelzen: C. digitata L.

** Schläuche kahl.

0 Rhizom mit Ausläufern.

† Meist 3 männliche und 2—3 weibliche Aehrchen; Schläuche elliptisch, stumpf, nervenlos: C. flacca Schreb. (C. glauca Scop.)

†† Mit 1 männlichen und meist 4 weiblichen Aehrchen; Schläuche länglich-lanzettlich, nervig: C. strigosa Huds.

00 Mit faseriger Wurzel.

† Halm nur unten beblättert, Blätter behaart: C. pallescens L.

†† Halm bis zu den Aehrchen gleichmäßig beblättert, Blätter kahl: C. pendula Huds. (C. maxima Scop.)

2. Schläuche mit berandetem 2zähnigem Schnabel, die Zähne aufrecht; meist nur ein männliches Aehrchen und vier langgestielte, hängende weibliche Aehrchen: C. silvatica Huds.

Die zweite Unterfamilie der Scirpeae ist durch zwitterige Blüten mit 3 oder 6 Staubgefäßen ausgezeichnet. Bei Scirpus Tourn. (Binse) kommt dazu ein aus 6 Borsten gebildetes Perigon, das aber auch nach der Blütezeit die Deckblätter nicht überragt, und die Aehrchen kahl läßt. Letztere sind bei dem nur am Halmgrunde mit Scheidenblättern besetzten S. caespitosus L. (Torfmoore, Brüche) einzeln endständig; bei S. lacustris L. (Teiche, Seen ꝛc.) stehen sie in Spirren (scheinbar) seitlich am nackten Halm, bei S. silvaticus L. (sumpfige Waldstellen, Ufer) sind die Spirren am dreikantigen beblätterten Halme endständig und von flachen Hüllblättern umgeben. Eriophorum L. (Wollgras — E. vaginatum L. mit einzelnem, E. latifolium L. mit mehreren endständigen Aehrchen, in torfigen Waldsümpfen, auf Mooren) ist durch das aus Haaren gebildete Perigon ausgezeichnet, das sich erst nach dem Verblühen zu einem langen quastenartigen Wollenschopfe entwickelt.

4. Ordnung. Gynandrae.

§ 123. Als Typus dieser Ordnung kann die Familie der Orchidaceae (Knabenkräuter)[223]) hingestellt werden, deren bei uns vorkommende Formen Kräuter mit ei- oder handförmigen Knollen oder gewöhnlichen Rhizomen (in seltenen Fällen ohne Wurzeln: Coralliorrhiza, Epipogon), einfachen ganzrandigen Blättern und in Aehrchen oder Trauben stehenden Blüten enthält. Letztere sind zwitterig, zygomorph und durch spiralige Drehung des unterständigen einfächerigen, auf drei wandständigen Placenten zahlreiche Samenknospen tragenden Fruchtknotens derart gewendet, daß die ursprünglich hinteren resp. oberen Glieder nach unten zu stehen kommen. Dabei ist das hintere (in der offenen Blüte also untere) Blatt des inneren Kreises des 6blätterigen corollinischen Perigons zu einer abweichend gestalteten und oft gespornten Lippe (labellum) entwickelt. Von den Staubgefäßen ist nur eines oder selten sind zwei (Cypripedium) ausgebildet, die anderen abortiert oder zu Staminodien umgebildet, welche samt dem fruchtbaren Staubgefäße mit dem Griffel zur Griffelsäule verwachsen sind, an welcher die Narbe in einer grubigen, der Lippe zugekehrten Vertiefung unterhalb der Anthere liegt. Der Pollen der letzteren ist meist durch Viscin zu wachsartigen Massen (Pollinarien) verklebt, die bei unseren Ophrydeen einen keuligen gestielten, je einem Antherenfache entsprechenden Körper bilden. Der Stiel desselben endet am Grunde mit der klebrigen Stieldrüse, welche zuletzt frei oder in einer blasigen Falte (dem Beutelchen) des nach oben gerichteten schnabelartigen Narbenlappens (Rostellum) liegt. Die Pollinarien werden durch Insekten auf die Narbe übertragen

223) Aus der sehr reichen Litteratur: Irmisch, Beiträge z. Biologie u. Morphol. d. Orchid. 4° mit 6 Taf. Leipzig 1853. Darwin, On the various contrivances by which Orchids are fertilised by insects; London 1877. Pfitzer, Grundzüge einer vergleich. Morphol. d. Orchid.; fol. mit 4 Taf., Heidelberg 1881. Pfitzer, Morphol. Studien üb. d. Orchideenblüthe; Heidelberg 1886 (an beiden Orten weitere Lit. citiert). Lindley, The genera and species of orchidaceous plants; London 1830/40.

und erst die erfolgte Bestäubung regt die Anlage der Samenknospen im Fruchtknoten an. Letzterer entwickelt sich zu einer Kapsel mit von den Placenten reifenartig sich ablösenden Klappen, und sehr kleinen feilspanartigen, endospermfreien Samen mit rudimentärem, einen ungegliederten Gewebekörper bildenden Embryo. Die mehr als 5000 Arten zählende Familie ist vorzüglich in den Tropen verbreitet. Unter den häufigeren deutschen Gattungen zeichnet sich zunächst Neottia Nidus avis Rich. (Nestwurz) als Humusbewohnerin der Wälder durch die gelbbräunliche Farbe der ganzen nur mit Schuppenblättern besetzten Pflanze und durch die dicht aneinander liegenden dicken Wurzeln aus. Die ihr verwandte klein- und grünblütige Listera ovata RBr. besitzt 2 große gegenständige, ungestielte, eiförmige Stengelblätter, während bei der weißblütigen Platanthera bifolia Reichb. die beiden gegenständigen Stengelblätter oval bis länglich und gestielt sind. Epipactis latifolia All. ist durch zahlreichere eiförmige oder eiförmig-längliche Stengelblätter und von grün durch grünviolett bis kräftig violett variierende Blüten und nicht knolliges Rhizom gekennzeichnet, Cypripedium Calceolus L. (Frauenschuh) durch die große aufgeblasene (holzschuhartige) hellgelbe Lippe der sonst bräunlich-purpurnen großen, einzeln oder zu 2 am Ende des Stengels stehenden Blüten. Orchis L. ist wie die schon genannte Platanthera durch 2 Wurzelknollen (je eine alte absterbende und eine neu entwickelte) ausgezeichnet, die bei O. maculata L. (mit solidem Stengel) und O. latifolia L. (mit hohlem Stengel, beide mit dreinervigen Deckblättern der purpurnen Blüten) handförmig geteilt, bei den ähnlich blühenden O. Morio L. (mit helmartig zusammenneigenden Perigonblättern) und O. mascula L. (die 2 seitlichen Perigonblätter zuletzt zurückgeschlagen) eiförmig sind. Gymnadenia conopsea RBr. ist von Orchis durch das fehlende Beutelchen und den sehr langen fadenförmigen Sporn der Blüte leicht unterscheidbar.

12. Klasse. Dicotyledoneae. Zweikeimblätterige Blütenpflanzen.

§ 124. Von vereinzelten Ausnahmen abgesehen, in welchen der Embryo ungegliedert ist (Schmarotzer und Humusbewohner wie Orobanche und Monotropa) oder als pseudomonocotyl nur einen Cotyledo entwickelt (Rannuculus Ficaria, Cyclamen etc.), trägt derselbe zwei gegenständige Keimblätter, welche die nackt oder mit einer beblätterten Knospe (Plumula) endigende Keimaxe an Masse gewöhnlich bedeutend übertreffen (§ 97) und in den Fällen, in welchen sie bei der Keimung über den Boden treten, die ersten assimilierenden Blätter des Keimlings bilden. Bei der weiteren Entwickelung des letzteren bildet sich gewöhnlich auch die Keimwurzel zur kräftigen Haupt- oder Pfahlwurzel aus; in vielen Fällen (bei Rhizom-, Knollen-, Ausläuferbildung 2c.) wird sie jedoch später auch hier durch Nebenwurzeln ersetzt. Die Gefäßbündel der Axe sind mit seltenen Ausnahmen kollaterale offene, d. h. Cambium führende Stränge, welche bei kräftigeren Stengeln einjähriger Pflanzen und namentlich bei den ausdauernden Axen (Holzgewächse) zu einem geschlossenen, durch jährliche Zufügung neuen Holzes und Bastes aus dem Cambium in die Dicke wachsenden Bündelringe (resp. Hohlcylinder) zusammentreten. Die Blätter zeigen neben großer Mannigfaltigkeit in den Stellungsverhältnissen auch eine solche in der Formenentwickelung, namentlich gewöhnlich auch Gliederung in Stiel und Spreite, statt der nur selten (Doldenpflanzen) auftretenden stengelumfassenden Scheiden häufige Ausbildung von Nebenblättern und fast durchgehend netzige Nervatur. Auch die Blüten sind sehr verschieden gebaut, so daß sie sich nicht wie bei den Monocotylen auf einen Typus zurückführen lassen. Die Wirtel (resp. Spiralen) ihrer Blattformationen zeigen 2, 3 (selten), 4 oder 5 (häufig) Glieder, doch findet im Andröceum sehr häufig Vermehrung, im Gynäceum Verminderung dieser Zahlen statt, oder es treten Abweichungen durch Abort, Dédoublement 2c. ein. Kelch und Krone sind gewöhnlich unterscheidbar; in manchen Fällen ist jedoch die Blütenhülle eine einfache. Endlich macht sich auch in der Entwickelung der Frucht und bisweilen auch der Umgestaltung von Teilen der Blütenhülle nach der Blütezeit, in der Form, Lage 2c. des Embryo, sowie in der Ausbildung des Endosperms von einem relativ umfangreichen Gewebe bis allmählich vermindert bis zum völligen Schwinden weitgehende Mannigfaltigkeit geltend.

Ein „natürliches" System der Dicotylen können wir zur Zeit noch nicht aufstellen. Die in erster Linie zu grunde gelegten Blütencharaktere sind keineswegs immer der Ausdruck gemeinsamer Abstammung, werden vielmehr oft nur durch Anpassung an Bestäubungsverhältnisse,

mechanische Einflüsse während der Entwickelung ꝛc. geregelt resp. geändert. Der anatomische Bau kann bis jetzt nur innerhalb enger Verwandtschaften (Familien) und auch da nur mit gewisser Vorsicht und namentlich unter Berücksichtigung des Einflusses klimatischer Faktoren, von Standortsverhältnissen u. s. w. zur Systematik herangezogen werden. Die Gesamtentwickelung vom Ei bis zur wieder fruchtenden Pflanze ist nur für eine der gesamten Formenmenge gegenüber verschwindend kleine Zahl von Dicotylen bekannt (§ 1, 2). Die nachfolgende Aneinanderreihung der Ordnungen und Familien, welche dem System Eichler's folgt, ist daher nur eine provisorische. Nach derselben werden zunächst 2 Unterklassen unterschieden, von denen diejenige der Choripetalae, mit den früheren Apetalen aus verwandtschaftlichen Rücksichten vereinigt, entweder nackte Blüten oder solche mit einfacher Blütenhülle besitzt (Apetalae) oder häufiger Kelch und Krone und letztere dann mit seltenen Ausnahmen freiblätterig differenziert (Choripetalae im engeren Sinne). Diesen stehen die Sympetalae mit aus Kelch und (mit seltenen Ausnahmen) verwachsenblätteriger Krone gebildeter Blütenhülle gegenüber.

1. Unterklasse. Choripetalae, zweikeimblätterige Blütenpflanzen mit freiblätteriger Blumenkrone. (Polypetalae, Dialypetalae oder Eleutheropetalae — einschließlich der Apetalae.)

§ 125. Die auf unterster Entwickelungsstufe stehende, auch ein hohes geologisches Alter besitzende — die den ältesten Resten der Dicotylen überhaupt angehörenden Cupuliferen treten bereits in der Kreidezeit auf —

1. Ordnung der Amentaceae (Juliflorae), Kätzchenblütler,

enthält fast nur Holzgewächse mit kleinen unscheinbaren, eingeschlechtigen, typisch apetalen und oft auch nackten Blüten, deren männliche stets, die weiblichen häufig kätzchenförmige Infloreszenzen bilden. Ihr Perigon ist bei regelmäßiger Ausbildung 5- oder doppelt 2- oder 3zählig; die Staubgefäße stehen bei Gleichzahl vor den Perigongliedern, der meist aus 2—3 Carpellen gebildete Fruchtknoten ist bei Anwesenheit eines Perigons fast stets unterständig, der Same ohne Endosperm. Die hierher gehörende

1. Familie der Cupuliferae, Näpfchenfrüchtler,

ist, im weitesten Sinne als aus den Fagaceen, Corylaceen und Betulaceen bestehend betrachtet, charakterisiert durch wechselständige, einfache, fiedernervige Blätter mit freien und meist sehr hinfälligen Nebenblättern, durch einhäusige Blüten, deren männliche in meist hängenden lang-walzenförmigen, selten (Fagus) fast kugeligen Kätzchen stehen, während die weiblichen verschiedengestaltige Blütenstände bilden. Das Perigon der weiblichen Blüten ist, wenn überhaupt entwickelt, oberständig; der Fruchtknoten ist der Zahl der Fruchtblätter entsprechend gefächert, aber Fächer und Samenknospen sind zur Zeit der Bestäubung gewöhnlich noch nicht ausgebildet. Jedes Fach führt normal 1 oder 2 gegenläufige und meist hängende oder absteigende Samenknospen, von denen aber der Regel nach nur ein Fach und eine Samenknospe sich entwickeln, so daß die Schließfrucht (Nuß) einsamig ist. Letztere wird am Grunde oder ganz von einer eigenartigen, bei den Fagaceen aus einer Achsenwucherung, bei den Corylaceen aus den verwachsenden Blütenvorblättern hervorgehenden Hülle, der Cupula, umschlossen, welche jedoch nicht immer mit der Frucht verbunden abfällt; und bei den Betulaceen, denen die Cupula abgeht, verwachsen die Vorblätter der Blüte zusammen mit dem Deckblatte wenigstens zu einer die Frucht deckenden, wenn auch mit ihr nicht zusammenhängenden Schuppe.

§ 126. Von den drei eben genannten und bereits nach ihrem Hauptcharakter unterschiedenen Unterfamilien trägt diejenige der

Betulaceae (Birkengewächse[224]) ihre beiderlei Blüten in Kätzchen. Das Perigon ihrer männlichen Blüten ist vier- (oder durch Fehlschlagen weniger-)gliederig und

---

224) Regel, Monographia Betulacearum hucusque cognitarum; 4° mit 14 Taf., Moskau 1861; desgl. in De Candolle's Prodromus XVI, 2, pag. 161.

die 2 oder 4 Staubgefäße sind auf dem Scheitel ohne Haarbüschel. Die weiblichen Blüten stehen zu 2—3 hinter jedem Deckblatte der Kätzchen, besitzen kein Perigon und nur je einen zweifächerigen Fruchtknoten, der in jedem Fache etwas unterhalb des Scheitels an der Scheidewand eine durch zwei Integumente ausgezeichnete Samenknospe, auf dem Scheitel zwei fadenförmige Narben trägt und sich zu einem einsamigen zusammengedrückten Nüßchen mit lederiger Schale entwickelt. Eine letzteres umhüllende Cupula wird nicht gebildet; dagegen verwachsen die Vorblätter der Blüten mit dem Deckblatte zusammen zu einer drei- oder fünflappigen „Fruchtschuppe", welche jedoch mit der Frucht selbst nicht zusammenhängt. Die bei der Keimung über den Boden vortretenden Cotyledonen sind laubartig. Von den beiden die Familie bildenden Gattungen ist

Alnus Tourn. (Erle) dadurch charakterisiert, daß die männlichen Kätzchen am Ende, die viel kleineren weiblichen an dem obersten Seitenzweige der vorjährigen Triebe stehen und beide nackt an den Zweigen überwintern und vor dem Laubausbruche sich öffnen: typische Erlen oder Alnus im engeren Sinne (A. glutinosa, incana). Oder es überwintern nur die männlichen endständigen Kätzchen nackt, die weiblichen in seitenständige Knospen eingeschlossen, aus denen sie erst im Frühjahre auf kleinen 1—3blätterigen Trieben vorbrechen: so bei der auch durch die sitzenden spitzen Laubknospen und die breit häutig geflügelten Nüßchen den Uebergang zu den Birken machenden Untergattung Alnobetula oder Alnaster (A. viridis). Jedes der Deckblätter der männlichen Kätzchen trägt eine Gruppe von 3 Blüten (1 Mittel- und 2 Seitenblüten) mit zusammen 4 Vorblättern, jede Blüte mit 4spaltigem Perigon und 4 normalen Staubgefäßen versehen. In der Achsel jedes Deckblattes der weiblichen Kätzchen stehen nur 2 Blüten (die Mittelblüte fehlt) mit 4 Vorblättern. Letztere sind zur Blütezeit noch klein und häutig, vergrößern sich jedoch später und verwachsen und verholzen zugleich mit dem Deckblatte zur deutlich fünflappigen gestielten Fruchtschuppe. Sämtliche Fruchtschuppen eines Kätzchens schließen dabei zu einem an die Coniferen erinnernden sogenannten „Zapfen" zusammen, der sich bei der Reife durch Auseinanderspreizen der Schuppen öffnet, nach dem Ausfliegen der Früchtchen noch längere Zeit am Baume bleibt und später als Ganzes abfällt. Die Nüßchen sind ungeflügelt oder seltener mit schmalem Flügelsaume versehen (Alnus im engeren Sinne) oder breit häutig geflügelt (Alnobetula).

§ 127. Von den 14 Arten der über Europa, Mittel- und Nordasien, Nordamerika und die südamerikanischen Anden verbreiteten Gattung ist für uns zunächst

A. glutinosa Gärtn. (Betula Alnus glutinosa L., Schwarz- oder Roterle) zu berücksichtigen, ein Baum mit eigentümlichen bereits im § 8 beschriebenen Wurzelanschwellungen, mit bis ca. 20 m Höhe und 1/2 m Durchmesser erreichendem, mit schwarzbrauner Tafelborke bekleidetem Stamme und eiförmiger bis unregelmäßiger Krone mit dunkelbraunen älteren Zweigen und grünbraunen rundlichen oder stumpf dreikantigen, ein dreikantiges Mark besitzenden jungen Trieben, welche neben den hellbraunen Lenticellen reichlich mit Harzdrüsen besetzt sind, deren kleberiges Sekret den kahlen Zweig zuletzt bläulichweiß bereift erscheinen läßt. Die gestielten Blätter sind 5—10 cm lang, aus keiligem Grunde verkehrt-eiförmig bis fast rundlich, stumpf oder häufig ausgerandet, doppelt gesägt bis gezähnt, jung oberseits kleberig, erwachsen oberseits glänzend dunkel-, unterseits matt hellgrün und daselbst nur in den Aderwinkeln bärtig behaart. Die wie bei den übrigen echten Erlen gestielten und über der großen dreispurigen Blattnarbe [224a]) gerade abstehenden, von 3 Schuppen (einer äußeren und zwei inneren) umschlossenen Knospen sind ei- bis verkehrt-eiförmig, stumpf dreikantig und am Scheitel abgerundet, dunkelviolett, bläulich bereift

224a) Die Angaben für Knospen und Blattnarben gelten hier wie im folgenden für den winterlichen Zustand.

und oft von Harz kleberig. Die meist zu 3—4 auf dickem Stiele traubig stehenden männlichen Kätzchen sind vor dem Aufblühen steif und violettbraun, geöffnet (je nach der geographischen Breite von Ende Februar bis Anfang Mai) schlaff, 5—6 cm lang, mit violett- bis rotbraunen Deckblättern und gelben Staubbeuteln versehen. Die ca. 3—4 mm langen rotbraunen, länglichen weiblichen Kätzchen stehen gleichfalls auf dicken Stielen traubig. Die eiförmigen Zapfen sind in der Jugend goldgelbharzig, im Alter 10—14 cm lang, kahl, violettbraun, ihre 2—3 mm langen und verkehrt-eiförmigen, stumpfkantigen, ungeflügelten oder schmal lederig gesäumten Nüßchen dunkelrot- bis schwärzlichbraun. Die sehr kleinen Keimpflanzen besitzen kurz gestielte, ei- bis rundlich-eiförmige, ganzrandige Cotyledonen und ziemlich spitze Erstlingsblätter.

Die besonders auf Mooren, in Brüchen und an Ufern wachsende Art ist über fast ganz Europa (nordwärts durchschnittlich bis zum 62. Breitengrade), die Kaukasusländer und Kleinasien verbreitet und kommt ferner in Japan, Algerien und (wohl nur eingeführt) in Südafrika vor. Ihre Höhenverbreitung erstreckt sich in Norwegen höchstens bis 325 m, im Erzgebirge bis 649 m, im Baierwalde bis 796 m, in den bairischen Alpen bis 844 m, in den Tiroler Alpen bis 1234 m.

A. incana Willd. (Betula incana L.), die Weiß- oder Grauerle, ist von der Roterle verschieden durch anfangs hell graubraune, später glänzend silbergraue, erst im höheren Alter aufreißende Rinde, mehr oder weniger graufilzige junge Zweige, Kätzchenstiele und Knospen, durch aus breit keilförmigem bis abgerundetem Grunde eiförmige, spitze, scharf doppelt gesägte und schwach gelappte, nicht kleberige, jung beiderseits und ausgewachsen unterseits bläulich- oder weißgrau-filzige, oberseits kahle und dunkelgrüne Blätter, ferner durch noch schlaffere und intensiver gefärbte männliche Kätzchen, kleinere schwarzbraune Zapfen und frühere Blütezeit. Ihre Verbreitung erstreckt sich durch das mittlere und nördliche Europa (wo sie aber im mittleren Gebiete vielfach wohl nicht ursprünglich heimisch ist), den größten Teil des westlichen und nördlichen Asiens und Nordamerika. Im Erzgebirge steigt sie bis 649 m, im Baierwalde bis 713 m, in den bairischen Alpen bis 1395 m, in den Tiroler Alpen bis 1580 m.

Zwischen beiden Erlenarten kommt hie und da ein Bastard vor, die A. pubescens Tausch (A. glutinosa × incana Wirtgen), dessen rundliche bis verkehrt-eiförmige, stumpfe oder (die oberen) spitzliche, am Grunde abgerundete bis schwach keilförmige, ungleich doppelt gesägte Blätter beiderseits grün oder unterseits blaugrün, oberseits kahl und nicht kleberig, unterseits an den Nerven oder durchweg flaumig und in den Aderwinkeln etwas bärtig behaart sind.

§ 127. Betula L. (Birke) ist von Alnus in erster Linie verschieden dadurch, daß auch in den weiblichen Kätzchen normal je 3 Blüten in der Achsel der Deckblätter stehen, daß aber in beiderlei Kätzchen nur je 2 Vorblätter hinter jedem Deckblatte entwickelt sind, daß in dem Perigon der männlichen Blüten das hintere Glied das größte ist, die beiden seitlichen Glieder oft und ebenso die beiden seitlichen Staubgefäße stets fehlen und die 2 bleibenden Staubgefäße jedes fast bis zum Grunde gespalten sind. In den weiblichen Kätzchen verwachsen die Vor- und Deckblätter schon zur Blütezeit zur ungleich-dreilappigen Fruchtschuppe, die im Gegensatze zu Alnus lederig ist und mit den reifen Nüßchen zugleich von der Aehrchenaxe sich ablöst. Die übrigen Merkmale sind unwesentliche (vgl. § 126 unter Alnobetula). Die über der kleinen dreispurigen Blattnarbe gerade stehenden Laubknospen sind hier stets sitzend, spitz und von mehreren spiralig gestellten Schuppen umschlossen. Bei B. pubescens, verrucosa u. a. A. überwintern nur die männlichen Kätzchen nackt büschelig am Gipfel vorjähriger Zweige, ein Kätzchen end-, die anderen seitenständig, während die weiblichen Kätzchen in tieferstehende Seitenknospen eingeschlossen überwintern, aus denen sie einzeln am Ende kurzer 1—3blätteriger Triebe erst mit dem Laubausbruche hervortreten. Bei den Strauchbirken (B. nana, humilis, pumila) überwintern dagegen beiderlei Kätzchen in Knospen. Endlich sind bei den Birken die Nüßchen stets dünnhäutig

geflügelt. Von den 29 Arten der in Europa, Nord- und Mittelasien und Nordamerika heimischen Gattung sind hier nur die folgenden beiden zu berücksichtigen.

B. alba L. (B. alba subspec. 7 pubescens Regel, B. pubescens Ehrh.: nordische Weißbirke; Haar- oder Ruchbirke) wird charakterisiert durch bis 27 m hohen und 65 cm dicken Stamm, dessen Rinde in der Jugend wie später an den Aesten glatt, glänzend rötlichbraun gefärbt und von weißlichen Lenticellen gefleckt ist, der später ein mattweißes, in Ringbändern abziehbares Periderm und erst sehr spät am unteren Teile eine harte, rissige, schwärzliche Steinborke erhält. Die hängenden, im Querschnitte ein ziemlich schmales unregelmäßig-dreieckiges Mark zeigenden Triebe sind in der Jugend mehr oder weniger bis dicht weich behaart (und nur mit sehr vereinzelten Wachsdrüsen besetzt), ältere Triebe meist kahl. Die ziemlich langgestielten Blätter variieren in der Form ungemein und ohne scharfe Grenzen zwischen den unterschiedenen Varietäten, sind 2—6 cm lang und 1½—5 cm breit, aus abgerundeter oder selbst schwach herzförmiger Basis eiförmig bis breit-eiförmig oder aus keilförmigem Grunde eiförmig oder rhombisch-eiförmig, spitz, einfach oder doppelt gesägt, in der Jugend kahl oder weichhaarig, im Alter lederig, und häufig noch in den Aderwinkeln bärtig behaart. Die eikegelförmigen bis länglich-eiförmigen und meist schwach gebogenen, etwas abstehenden, grau- bis rotbraunen Winterknospen zeigen am Rande wimperig behaarte, oft von Harz etwas verklebte Schuppen. Die schlanken walzenförmigen, 4—6 cm langen, kurz nach dem Laubausbruche von Mitte März bis Mai stäubenden männlichen Kätzchen besitzen rotbraune gewimperte Deckschuppen und hellgelbe Antheren; die nur 10—16 mm langen schmächtigen weiblichen Kätzchen sind grün, ihre Narben purpurn gefärbt. Die hängenden oder aufrechten, dick walzenförmigen, 1½—4 cm langen Fruchtzapfen zeigen filzig behaarte und gewimperte, kurz und breit gestielte Schuppen mit meist auswärts gebogenen und stets eckigen Seitenlappen, und der Flügel des 1½ bis 2 mm langen verkehrt-eiförmigen, gelbbraunen Nüßchens ist nur so breit oder wenig breiter als letzteres und reicht nur bis zum Scheitel desselben oder wenig über denselben hinaus. Die Cotyledonen des kleinen Keimlinges sind eiförmig.

Der Verbreitungsbezirk der Haarbirke erstreckt sich über das nördliche und mittlere Europa und einem großen Teil Nordasiens, ist jedoch in seinen Grenzen nicht genau festzustellen, da diese Art sehr häufig mit der folgenden verwechselt wird. Aus gleichen Gründen sind die Angaben über die Höhenverbreitung unsichere.

B. verrucosa Ehrh. (B. alba vieler Autoren doch nicht Linné's, B. alba subspec. 1 verrucosa Regel; mitteleuropäische Weißbirke; Rauh- oder Harzbirke), mit voriger Art häufig verwechselt, oft der schwierigen Abgrenzung wegen nur als Varietät betrachtet, unterscheidet sich in ihren typischen Formen durch glänzend weißes Periderm und im Alter bis in die Krone hinaufreichende Steinborke, durch kahle und in der Jugend oder auch später von zahlreichen warzigen Harzdrüsen rauhe Triebe, gerade und kahlschuppige Knospen, ferner durch auch im Alter dünnerere, aus keilförmigem (selten abgerundetem bis schwach herzförmigem) Grunde rhombisch-eiförmige bis ei-deltaförmige, lang zugespitzte, scharf doppelt-gesägte Blätter, häufig abgerundete Seitenlappen der Fruchtzapfenschuppen, sowie durch einen Fruchtflügel, der doppelt bis dreimal so breit als das Nüßchen und über den Scheitel des letzteren weit und oft über die bleibenden Narben hinaus verlängert ist. Auch für diese Art ist die Nordgrenze in Europa und Asien nicht genau bestimmbar; die Südgrenze geht in Europa im Großen bis Thracien, Serbien, Kroatien, und dann am Südhange der Alpen hin (von wo sie jedoch südwärts bis Sizilien abstreicht) bis zu den Pyrenäen und Nordwestspanien.

§ 128. Als zweite und am meisten den Betulaceen sich anschließende Unterfamilie der Cupuliferen unterscheidet sich diejenige der

Corylaceae (Haselgewächse = Carpineae, Hainbuchengewächse) zunächst durch

das Auftreten einer Cupula[225]), welche durch Verwachsung der drei Vorblätter resp. je eines Spezialdeckblattes und zweier Vorblätter der Einzelblüte und mehr oder weniger kräftiges Auswachsen derselben nach der Blütezeit entsteht, dabei aber krautig (blattartig) bleibt und je nach Gattungen verschiedene Gestalt erhält. Sie umhüllt ganz oder teilweise stets nur eine einzige Frucht. Von den übrigen Familiencharakteren sei hervorgehoben, daß die in hängenden Kätzchen stehenden männlichen Blüten kein Perigon besitzen, sondern nur aus 3 bis vielen dem Deckblatte gruppenweise aufgewachsenen zweiteiligen Staubgefäßen bestehen, deren Antherenhälften auf dem Scheitel einen Haarbüschel tragen. Die weiblichen Blütenstände sind verschiedengestaltig, in jeder Deckblattachsel mit 2 Blüten versehen, welche ein sehr rudimentäres, nur aus Zähnchen bestehendes und zur Zeit der Fruchtreife oft nicht mehr nachweisbares oberständiges Perigon und einen unterständigen Fruchtknoten mit 2 langen fadenförmigen Narben besitzen, dessen beide Fächer je eine hängende Samenknospe mit nur einem Integumente führen. Von beiden Fruchtfächern bildet sich normal nur eines zur einsamigen Nuß aus. Die Cotyledonen treten je nach der Gattung laubartig über die Erde vor (Carpinus) oder bleiben unterirdisch (Corylus). Von den 3 Gattungen entwickelt

Carpinus L. (Hainbuche) — unter vorzüglicher Berücksichtigung der heimischen Art — die beiderlei in Knospen überwinternden Blütenstände an heurigen Kurztrieben, die weiblichen terminal am wenigblätterigen Gipfeltriebe oder auch noch an 1—2 obersten Seitenzweigen, die männlichen an tiefer stehenden und wenig oder nicht belaubten Seitentrieben. Die Deckblätter der männlichen Kätzchen tragen ohne Vorblätter 4—12 fast bis zum Grunde gespaltene Staubgefäße. Der Fruchtknoten der weiblichen Blüten ist zur Blütezeit schon deutlich entwickelt, aber noch ohne Samenknospen und von einem aus 6—10 sehr kleinen Zähnchen gebildeten Perigon gekrönt. Letzteres ist auch noch auf der kleinen längsrippigen, lederschaligen Nuß sichtbar, die von der ein großes laubiges, dreilappiges oder ungeteiltes Blatt bildenden Cupula nur am äußersten Grunde umfaßt, sonst nur einseitig gedeckt wird. Bei der Keimung treten die laubartigen Cotyledonen über den Boden hervor. Von den über die nördliche Erdhälfte zerstreuten Arten ist für uns als Waldbaum wichtig

C. Betulus L. (Hain- oder Weißbuche, Hornbaum). Der in der Regel nicht über 20 m hohe und ½ m (selten bis 1 m) starke, meist spannrückige Stamm dieser Art ist mit einem wenig starken, glatten, silbergrauen Periderm bekleidet, während die jungen, ein rundlich-eckiges Mark führenden Triebe der fein verzweigten Krone braungrün, mit weißlichen bis blaßgelben Lenticellen besetzt und anliegend behaart, die mehrjährigen braunrot und kahl sind. Die zweizeilig abwechselnden und horizontal ausgebreiteten Blätter besitzen einen ca. 1—1½ cm langen Stiel und eine 4—10 cm lange, 2½—4½ cm breite ei- bis eilanzettförmige, etwas zugespitzte und am Grunde oft schwach ungleichhälftige oder seicht herzförmige, scharf doppelt gesägte, in der Jugend unterseits schwach behaarte, später kahle Spreite. Die über der kleinen 3 Gefäßbündelspuren führenden Blattnarbe etwas schief stehenden und dem Zweige angedrückten, länglichen, spitzen, hell- bis grünlichbraunen Knospen haben viele spiralig gestellte eiförmige, gegen die Spitze fein graulich behaarte Schuppen. Die breit-eiförmigen, kurz gespitzten und am Rande gewimperten Deckblätter der 3—4 cm langen, von April bis Anfang Juni stäubenden männlichen Kätzchen sind gelblichgrün und an der Spitze rotbraun gefärbt, diejenigen der ca. 2 cm langen weib-

225) Ueber die Entwickelung der Cupula ist u. a. zu vgl. Prantl, Beiträge z. Kenntniß d. Cupuliferen, in Engler's bot. Jahrb. f. System. VIII. 321. Celakovsky, Die morphol. Bedeut. d. Cupula bei d. echten Cupuliferen; Sitzungsberichte d. böhm. Gesellsch. d. Wissensch. 1886, mit 1 Taf. Eichler, Blüthendiagramme II. 17 u. folg. Hofmeister, Allgemeine Morphologie S. 465.

lichen Kätzchen eiförmig und lang zugespitzt, gewimpert und hellgrün, die Blüten samt ihren Vorblättchen lang weißhaarig und ihre Narben purpurrot. Die am schlanken bis 3 cm langen Stiele hängenden, bis 8 cm langen Fruchtstände sind durch die stark gespreizten Cupularschuppen sehr locker. Die 3—4 cm lange und fast ebenso breite hellgrüne, kahle Cupula zeigt einen zungenförmigen meist gezähnten Mittellappen und 2 zwei- bis viermal kürzere meist ganzrandige, eiförmige bis längliche Seitenlappen, jeden Lappen mit netziger Nervatur und kräftiger Mittelrippe. Das 5—9 mm lange, breit eiförmige und etwas zusammengedrückte, 7—11rippige Nüßchen ist zuerst grün, später grünlichbraun bis braun gefärbt. Die Cotyledonen des Keimpflänzchens sind ziemlich dick, kurz gestielt, verkehrt-eiförmig-rundlich und am Grunde fast herzförmig ausgeschnitten.

Die horizontale Verbreitung des Hornbaumes erstreckt sich vom südwestlichen Frankreich in östlicher Richtung durch Mittel- und Osteuropa bis nach Persien, nordwärts bis England, Südschweden und Kurland, südwärts bis Unteritalien und Morea. In seiner Höhenverbreitung geht er im Harze bis ca. 390 m, im Baierwalde bis 695 m, in den bairischen Alpen bis 880 m.

§ 129. Die zweite deutsche Gattung **Corylus** L. (Hasel) ist von Carpinus zunächst verschieden durch nackt überwinternde männliche Kätzchen, welche auf kurzen mit hinfälligen Schuppen besetzten Stielen meist zu 2—3 gebüschelt terminal und seitlich an den Zweigen stehen. Die Deckblätter derselben tragen ferner außer den vier bis zum Grunde gespaltenen und in ihren Hälften verschobenen Staubgefäßen noch zwei etwa zu ²/₃ angewachsene Vorblätter. Die kleinen knospenförmigen weiblichen Blütenstände überwintern in end- und seitenständigen Laubknospen, aus denen im Frühjahre zur Zeit der Blüte (vor dem Laubausbruche) nur die roten Narben pinselförmig vorschauen. Die 8—10 Blüten jeder Knospe bestehen zur Blütezeit fast nur aus den beiden fadenförmigen Narben, da der Fruchtknoten kaum als knotige Anschwellung angedeutet ist. Letzterer tritt erst nach der Bestäubung samt seinem aus 4—8 Zähnchen gebildeten (später wieder abortierenden) Perigon und der kleinen Cupula deutlicher hervor. Zur Reifezeit ist die Cupula glockig bis röhrig, am Saume unregelmäßig lappig zerschlitzt und so lang oder länger als die große hartschalige Nuß, in welcher die dicken ölig-fleischigen Cotyledonen bei der Keimung unterirdisch eingeschlossen bleiben.

Von den sieben Arten der in den gemäßigten Klimaten der nördlichen Erdhälfte heimischen Gattung ist **C. Avellana** L. (gemeine Hasel) durch fast ganz Europa (in Norwegen bis fast 68° n. Br.), Kleinasien, Armenien und Persien und vorzugsweise in der Ebene und den niederen Gebirgen als ein großer Strauch der Feldhölzer, des Niederwaldes, sowie als Unterholz des Mittel- und Laubholzhochwaldes verbreitet. Ihre im ersten Jahre wie die Blatt- und Fruchtstiele mit weichen Haaren und roten Drüsenhaaren ziemlich dicht besetzten Zweige erhalten zuerst einen gelbgrauen Kork mit weißlichen Lenticellen, später ein rotbraunes, dann silbergraues, zuletzt gelblichgraues bis graubraunes, ziemlich glattes Periderm. Die ziemlich kurz gestielten, aus herzförmigem Grunde rundlichen bis verkehrt-eiförmigen, kurz zugespitzten, scharf doppelt gesägten und gegen die Spitze nicht selten schwach eckig-gelappten Blätter sind jung beiderseits grauweiß, später meist nur unterseits auf den Nerven und in den Aderwinkeln kurzhaarig. Die von mehreren abgerundeten und am Rande schwach gewimperten Schuppen spiralig bedeckten, wie die Blätter fast zweizeilig gestellten Knospen sind eiförmig-kugelig und etwas zusammengedrückt, hell- bis rötlichbraun, abstehend und etwas seitlich über die fünf Gefäßbündelspuren zeigende Blattnarbe gestellt. Die 3—5 cm langen, Anfang Februar bis April stäubenden männlichen Kätzchen besitzen hellbraun-filzige Deckblätter. Die gewöhnlich zu 2—4 geknäuelt bei einander stehenden, 2—2½ cm langen, eiförmigen bis länglichen, mit großem Nabel und kurzer stumpfer Spitze versehenen braunen Nüsse werden von der hellgrünen und feinfilzigen, glockenförmigen und am Saume handteilig-spitzlappigen Cupula bald nicht völlig eingeschlossen, bald überragt.

§ 130. Die **Fagaceae** (oder Cupuliferae im engeren Sinne, Castaneae, Buchen- und Eichengewächse) als dritte Unterfamilie sind vor allem dadurch charakterisiert, daß hier die Cupula (nach älteren und neuerdings wieder bestätigten Untersuchungen) nicht Produkt der verwachsenen Vorblätter der Blüte, sondern eine Wucherung der Blütenaxe (des Blütenstieles) unmittelbar unter dem Fruchtknoten ist, daß ihre Schuppen, Stacheln ꝛc. später eingeschaltete metamorphosierte (rudimentäre) Blätter sind[226]). Diese Cupula ist je nach Gattungen ein ganzrandiger, eine einzelne Frucht nie vollständig einschließender Napf

226) Vgl. die in Note 225 citierten Werke, speziell Hofmeister, Celakovsky und Prantl.

oder Becher (Quercus); oder sie sproßt schon frühzeitig in 4 Lappen aus, welche normal 2 Blüten vollständig (Fagus) oder 3 Blüten fast vollständig bis auf die allein vorschauenden Narben einschließen (Castanea), und die sich bei der Reife kapselartig vierklappig öffnen. Im übrigen besitzen die weiblichen Blüten ein rudimentäres sechsgliederiges, oberständiges Perigon, einen meist dreifächerigen und dreinarbigen (bei Castanea gewöhnlich sechsfächerigen) Fruchtknoten mit in jedem Fache 2 kollateralen hängenden oder im Grunde aufrechten Samenknospen mit 2 Integumenten. Doch entwickelt sich normal nur ein Fach mit einer Samenknospe zu der mit lederiger Schale versehenen Nuß. Die männlichen Blütenstände sind verschieden gestaltet, die in ihnen einzeln oder geknäuelt stehenden Blüten oft deckblattlos, mit meist 4—6gliederigem Perigon und 5—20 normalen (nicht gespaltenen) Staubgefäßen versehen. Die Cotyledonen des Keimlinges bleiben unterirdisch (Quercus, Castanea) oder treten laubartig über den Boden (Fagus). Die zuerst spezieller zu betrachtende Gattung

Quercus L. (Eiche[227]) ist die artenreichste (fast 300) unter den Cupuliferen, vorzüglich durch die gemäßigten und wärmeren Gebiete der nördlichen Erdhälfte verbreitet, in den Tropen als Gebirgsbewohnerin auftretend, meist baumartig, mit immergrünen lederigen oder (wie bei unseren deutschen Arten) sommergrünen krautigen, übrigens sehr verschiedengestaltigen, spiralig gestellten Blättern. Die verschieden gebildeten Kätzchen sind bei unseren hier allein zu berücksichtigenden Arten einfache und eingeschlechtige Kätzchen, von denen die schlaff hängenden und lockerblütigen männlichen in der Achsel der untersten noch kein entwickeltes Blatt zwischen sich führenden (gewöhnlich ungenau als Knospenschuppen bezeichneten) Nebenblattpaare sowohl von End- als Seitenknospen stehen. Ihre Blüten stehen einzeln in der Achsel eines hinfälligen Deckblattes ohne Vorblätter, besitzen ein tief 5—7teiliges zartes, kelchartiges Perigon und im Grunde desselben 5—12 Staubgefäße. Die weiblichen Kätzchen entspringen in der Achsel von Laubblättern des Gipfeltriebes, so daß die Blütezeit kurz nach Laubausbruch eintritt. Sie sind nur wenig- bis einblütig, gestreckt (Q. pedunculata) oder gestaucht (Q. sessiliflora). Ihre in der Achsel eines Deckblättchens einzeln sitzenden aber nur selten entwickelte Vorblätter zeigenden sehr kleinen Blüten besitzen ein zur Zeit der Bestäubung fast grundständiges, meist 6gliederiges Perigon, da um diese Zeit der Fruchtknoten kaum angedeutet ist, das Pistill fast nur aus den 3 zungenförmigen, abstehenden und etwas zurückgebogenen Griffeln besteht, welche auf der Innenfläche die (purpurnen) Narben tragen. Die Cupula ist um dieselbe Zeit nur als ein schwacher Ringwall mit wenigen Schuppenblättern bemerkbar. Erst nach erfolgter Bestäubung entwickelt sich der Fruchtknoten deutlich und legt namentlich jetzt erst seine 3 Fächer mit je 2 hängenden Samenknospen an, von denen aber weiterhin normal nur 1 Fach mit 1 Samenknospe sich zur einsamigen Nuß (Eichel) ausbildet, die bei unseren Arten im ersten, bei vielen anderen (z. B. den südeuropäischen Q. Cerris, coccifera) im zweiten Jahre reift, und welche die abortierten Samenanlagen und Scheidewandrudimente bald am Grunde (so bei unseren Arten), bald am Scheitel der entwickelten und von dem erhärteten Perigonreste gekrönten Frucht zeigt. Der Same umschließt in häutiger Schale einen großen Embryo, dessen kurzes und dem Scheitel der Eichel zugekehrtes Würzelchen zwischen dem Grunde der beiden dicken, fleischigen, plankonvexen Cotyledonen eingeschlossen

227) Oersted, Études préliminaires sur les Cupulifères de l'époque actuelle; Mém. de l'acad. roy. d. scienc. de Copenhague IX. Kotschy, Die Eichen Europas u. d. Orients; fol. mit 40 col. Taf., Wien 1858 62. Engelmann, The oaks of the United States; Trans. act. of the Acad. of St. Louis III. Wenzig, Die Eichen Europas, Nordafrikas u. d. Orients; Jahrb. d bot. Gartens zu Berlin IV. 175. Krasan, Beiträge z. Entwickelungsgesch. d. mittel-europ. Eichenformen; Engler's bot. Jahrb. VII 62. Krasan, Zur Geschichte der Formentwickel. d. roburoiden Eichen; ebenda VIII. 165, Taf. 4. 5. Lasch, Die Eichenformen der märkischen Wälder; Botan. Zeit. 1857, S. 409.

liegt. Die nach der Bestäubung weiterwachsende und zahlreichere Schuppenblättchen anlegende Cupula wird bei unseren Arten napfförmig und zeigt die bei der Reife mit großem rundlichen „Nabelfleck" sich ablösende Eichel nur mit ihrem Grunde angewachsen.

Die beiden wichtigsten heimischen Eichen, Stiel- und Traubeneiche, und die sich letzterer anschließende aber fast nur im südlichen Gebiete vorkommende weichhaarige Eiche bilden eine derartige Reihe ineinander übergehender Formen, daß eine namentlich spezifische Abgrenzung schwer ist, wenn nicht in kritischen Fällen ganz unmöglich wird. Ob die die drei Typen verbindenden Formen nur Mittelformen oder ob sie Bastarde sind, bedarf experimenteller Untersuchung. Bis dahin ist es für unsere Zwecke gleichgiltig, ob man von drei Unterarten, Varietäten oder Formen einer dann als Q. Robur L. bezeichneten Art, oder von drei gesonderten Arten und dann von Q. pedunculata Ehrh., Q. sessiliflora Sm. und Q. pubescens Willd. spricht. Ein ebenso müßiges Unternehmen ist es, wie auch Willkomm mit Recht bemerkt, in jeder Reihe Varietäten oder Formen nur nach Gestalt rc. der Länge der Fruchtstiele, Form und Größe der Eichel, Näpfchen und namentlich der Blätter aufstellen zu wollen. Auf die Ausbildung der Blattformen z. B. haben nicht nur äußere und besonders Standortsverhältnisse einen bedeutenden Einfluß (vgl. Krasan a. a. O.), dieselben variiren nicht nur an verschiedenen oft dicht nebeneinander stehenden Bäumen, sie treten auch an einem und demselben Baume nicht nur nach Altersstadien und Jahrgängen, sondern selbst an verschiedenen Trieben in sehr verschiedener Form auf. Unter Berücksichtigung dieser Verhältnisse sind daher auch die folgenden Beschreibungen zu beurteilen.

§ 131. Q. pedunculata Ehrh. (Q. Robur α L., Q. Robur subspec. 1, pedunculata A. DC.; Stiel- oder Sommereiche) erreicht im Stamme eine Höhe bis 58,5 (meist nur bis 30—35 m) und einen Durchmesser bis 7 m. Das an jungen Stämmen glatte und silbergraue Periderm wird später durch eine tiefrissige, äußerlich graubraune Faserborke ersetzt. Die unregelmäßige Krone zeigt starke, knickige Aeste mit fast quirlständigen Langtrieben und im Alter zahlreichen Kurztrieben; ihre heurigen, zuerst grünen und kahlen, später grün- bis hellbraunen und mit kleinen länglichen Lenticellen besetzten Zweige sind der Länge nach flach gerieft, stumpfkantig und besitzen einen im Querschnitte unregelmäßig sternförmigen, meist fünfstrahligen Markkörper. Die Blätter sind in der unteren Region der Triebe durch deutlich entwickelte bis lange Internodien getrennt, gegen die Triebspitze jedoch infolge geringerer Länge der Internodien allmählich zusammengedrängt und zuletzt gebüschelt. Sie sind kurz bis sehr kurz (2—15 mm lang) gestielt und ihre 4—12 cm lange und 2½—7 cm breite, jung flaumig behaarte, ausgewachsen beiderseits kahle (selten unterseits mit vereinzelten angedrückten Haaren besetzte) Spreite ist aus typisch herzförmig-zweilappigem (geöhreltem) und gewöhnlich etwas ungleichhälftigem (oft aber auch nur gestutztem und bisweilen selbst breit keilförmigem) Grunde verkehrt-eiförmig (bis seltener länglich oder elliptisch) und seicht gelappt bis ausgeschweift-buchtig oder fiederspaltig bis fiederschnittig. Dabei sind die häufig ungleich großen Lappen typisch abgerundet-stumpf (doch auch stumpfspitzig), meist ganzrandig und oft wellig gebogen (aber auch ausgebuchtet bis gezähnt und selbst wieder lappig), durch gewöhnlich stumpfe Buchten (aber nicht selten auch spitzwinkelig) getrennt, und neben den in die Lappen verlaufenden stärkeren Seitennerven beobachtet man häufig auch einen oder einige in die Buchten oder Einschnitte ausstrahlende. Die linealischen bis pfriemenförmigen Nebenblätter fallen bald ab. Die von zahlreichen spiralig gestellten (und zugleich in deutliche Geradzeilen geordneten) breiten, abgerundeten oder stumpfspitzigen Schuppen umhüllten gelblich- bis rötlich- oder fast kastanienbraunen Winterknospen sind meist eiförmig bis seltener fast halbkugelig, abgerundet bis sehr stumpfspitzig und der Blattstellung entsprechend ungleichweit gestellt, die letzten unter der Gipfelknospe fast quirlförmig gehäuft; die abstehenden Seitenknospen stehen gerade über der viele zu 3 Gruppen geordnete Gefäßbündelspuren zeigenden Blattnarbe. Das von Mitte April bis Anfang Juni stäubende männliche Kätzchen ist 2—4 cm lang, das gelblichgrüne Perigon an den Lappenrändern lang gewimpert. Die weiblichen Kätzchen tragen 1—5 Blüten einzeln seitlich and an der Spitze, sind im Uebrigen sehr verschieden lang gestielt und der nach der Blütezeit sich entsprechend vergrößernde Stiel der 1—5-

(häufig 2=)früchtigen Fruchtstände schwankt gleichfalls zwischen 1—16 cm Länge, ist aber typisch länger als der Blattstiel. Bisweilen ist der Fruchtstand jedoch fast sitzend. Die mit ganzrandiger Mündung versehene, mit zahlreichen angedrückten graufilzigen und braunspitzigen Schüppchen dicht dachziegelig besetzte Cupula ist flach, schüssel= bis fast tellerförmig oder halbkugelig bis eiförmig oder bisweilen kreiselförmig. Die in Größe und Form sehr variable, 1½—5 cm lange und 1—2,2 cm dicke, ellipsoidische bis eiförmige, längliche oder cylindrische, spindelförmige bis fast kugelige, bespitzte oder unbespitzte, am Grunde gestutzte oder abgerundete, glatte oder seicht längsfurchige Eichel ragt meist weit aus der Cupula hervor, bleibt jedoch auch manchmal bis über die Hälfte eingeschlossen. Sie ist reif mit Ausnahme des wie staubig aussehenden Scheitels kahl und blaßbräunlich bis scherbengelb gefärbt.

Eine eigentümliche Varietät ist die Pyramideneiche (var. fastigiata A. DC.), welche durch eine von aufrechten Aesten gebildete schmal=längliche bis spindelförmige Krone, derjenigen der italienischen Pappel ähnlich, ausgezeichnet ist. Sie ist in einem einzigen alten Baume bei Harreshausen bei Babenhausen im Großherzogtum Hessen bekannt, der früher im Walde stand und spontan entstanden sein dürfte, sowie in einem zweiten in der Nähe stehenden jüngeren, der aus ihrem Samen erwachsen sein wird[228]).

Die geographische Verbreitung der Stieleiche erstreckt sich über den größten Teil Europas, Kleinasiens und das Kaukasusgebiet. Sie geht nordwärts bis Schottland (58°, Skandinavien ca. 63—60°), Helsingfors, Petersburg und Perm (57½°), ostwärts bis zum Uralflusse, während die durch Griechenland, Sizilien und Spanien gehende Südgrenze nicht genau bekannt ist. Ihr Maximum erreicht sie nach Willkomm im südlichen Mitteleuropa (ungarische Zone). Ueberall ist sie vorwiegend die Eichenform des Tief= und Hügellandes, die daher im Gebirge meist auch hinter der Stieleiche zurückbleibt. Ihre vertikale Verbreitung geht im Baierwalde bis 967 m, in den bairischen Alpen westlich vom Inn bis 922, östlich nur bis 754 m, in den zentralen Tiroler Alpen bis 998 m.

§ 132. Q. sessiliflora Sm. (Q. Robur β L., Q. Robur subspec. II. sessiliflora A. DC.; Trauben=, Winter= oder Steineiche) ist ebenso vielgestaltig wie die mit ihr durch Uebergangsformen (§ 130) verbundene Stieleiche, von der sie sich (jedoch nur in typischer Form) durch die in den längeren Blattstiel am Grunde mehr oder weniger (keilförmig) vorgezogene, unterseits auf Nerven und in den Aderachseln mit (nur unter der Lupe deutlich erkennbaren) weißen, angedrückten Sternhaaren besetzte Spreite, durch schlankere, eikegelförmige, spitzere, meist hellgelb= bis goldbraun gefärbte Knospen mit häufig sehr deutlich gewimperten Schuppen, sowie durch sehr kurz gestielte weibliche Infloreszenzen und relativ kurzstielige Fruchtstände mit (wenn zu mehreren entwickelt) geknäuelten Blüten resp. Früchten unterscheidet

Im übrigen ist der Stamm im allgemeinen schlanker und die Krone etwas regelmäßiger. Die Blätter stehen meist gegen das Ende der Triebe weniger gedrängt, sind gewöhnlich regelmäßiger gelappt, auch nur selten mit einem oder dem anderen in eine Bucht auslaufenden Seitennerven versehen und in der Jugend unterseits (besonders auf und neben den Nerven) reichlich, im Alter jedoch nur schwach behaart (s. oben) bis fast kahl. Der Blattstiel wechselt in der Länge bis zu 3 cm, ist zwar im allgemeinen länger als bei der Stieleiche, oft jedoch auch grade so wie bei letzterer verkürzt. Die 8—12 cm lange und 5—7 cm breite Spreite wechselt von fast ungeteilter und ganzrandiger Form bis zur tief fiederteiligen mit länglichen und abgerundeten bis dreieckigen und spitzen Lappen, mit keilförmiger oder abgerundeter bis schwach herzförmiger (geöhrelter), gleich= oder ungleichhälftiger Basis, so daß alle in vielen Floren hierauf bezogenen Unterscheidungsmerkmale der Stieleiche gegenüber hinfällig sind. Der Stiel des Fruchtstandes, welcher gewöhnlich kürzer als der

228) Caspary, an dem Note 196 citierten Orte S. 132 u. folg.

Stiel des zugehörigen Blattes angegeben wird, ist nicht selten ebenso lang oder selbst länger als bei den kurzstieligen Stieleichenfrüchten, so daß dann bei mehreren vorhandenen Früchten nur die gedrängte Stellung der letzteren als charakteristisch übrig bleibt. Eichel und Näpfchen variieren ebenso wie bei der Stieleiche und bieten keine Artunterschiede. Die Blütezeit wird gewöhnlich als 10—14 Tage später als bei der Stieleiche angegeben.

Die Grenzen des Verbreitungsbezirkes der Traubeneiche sind wegen häufiger Vereinigung mit der Stieleiche nicht überall genau zu ziehen; doch geht diese Form im allgemeinen nicht ganz so weit nach Norden und Osten und als Baum des Hügel- und Berglandes steigt sie im allgemeinen höher als jene (im Harz um 97, in Baden um 325, in den südlichen Alpen um 455 m) wobei jedoch (vielleicht durch lokale Verhältnisse bedingt) Ausnahmen vorkommen.

Q. pubescens Willd. (Q. sessiliflora v. pubescens Loud.; Q. Robur subspec. II sessiliflora var. lanuginosa A. DC.; Q. Robur var. lanuginosa Lam.; weichhaarige Eiche) ist wohl kaum etwas anderes als eine klimatische Varietät der Traubeneiche, mit der sie durch Uebergangsformen verbunden ist und von welcher sie sich nur durch den dichten grauen Filz der Knospen, Zweige, Cupula und der jungen Blätter unterscheidet, während ausgewachsene Blätter oberseits kahl, unterseits nur flaumhaarig oder zuletzt auch fast kahl sind. Der Höhenwuchs ist geringer; oft (besonders an ihrer Nordgrenze) bleibt sie strauchig. Ihre Heimat sind der größte Teil Südeuropas und der Orient; in Deutschland findet sie sich nordwärts zerstreut und meist nur in den wärmsten Lagen auf Kalkboden in Elsaß-Lothringen, Baden, Böhmen und (als nördlichster Punkt) bei Jena.

Die im südlichen und südöstlichen Europa heimische, nordwärts bis Ungarn, Niederösterreich und Mähren gehende Q. Cerris L. (Zerreiche) ist charakterisiert durch sommergrüne, unterseits sternhaarige, grob bis buchtig gezähnte bis fiederspaltige Blätter mit meist stachelspitzigen Lappen und (auch im Winter) bleibenden borstlichen Nebenblättern, sowie durch erst im 2. Jahre reifende, einzeln oder traubig auf kurzem bis fast 3 cm langem Stiele sitzende dunkelbraune Eicheln, deren Cupula durch zahlreiche sparrig und gebogen abstehende, linealpfriemliche Schuppen weichstachelig ist.

Von den zahlreichen bei uns im Freien aushaltenden nordamerikanischen Eichen wird Q. rubra L. (Roteiche) versuchsweise forstlich angebaut. Ihr Stamm erreicht bis 26 m Höhe und 1 m Durchmesser. Die langgestielten, großen, aus keilförmigem oder abgerundetem Grunde elliptischen bis länglichen, flachbuchtig und spitz gelappten Blätter sind kahl, glänzend grün und färben sich im Herbste prächtig scharlachrot. Die im 2. Jahre reifenden und daher einzeln oder zu zwei an vorjährigen Trieben über den Blattnarben sitzenden Früchte besitzen eine weit-napfförmige Cupula mit angedrückten eiförmigen kahlen Schuppen und ellipsoidischer bis breit-eiförmiger, walzig gespitzter, glänzend brauner Eichel, deren abortierte Fächer und Samenanlagen am Scheitel liegen.

§ 133. Die zweite in Deutschland vertretene Gattung echter Cupuliferen ist

Fagus L. (Buche), bei welcher — unsere heimische Art als Typus genommen — die ganzrandigen oder gezähnten Blätter zweizeilig und auf der Zweigunterseite einander genähert gestellt sind und die in Gestalt kugeliger Köpfchen auftretenden Kätzchen an heurigen Trieben mit dem Laubausbruche sich entfalten, die vielblütigen männlichen an langen Stielen aus den unteren Blattachseln von Gipfel- und Seitentrieben hängend, die nur zweiblütigen weiblichen auf kürzerem Stiele aufrecht in den oberen Blattachseln der Gipfeltriebe und ausnahmsweise auch kräftigerer Seitentriebe. Die Stiele beiderlei Infloreszenzen sind nackt oder mit 1—2 entfernten schmalen hinfälligen Schuppenblättchen und desgleichen noch 2—(meist)4 ähnlichen dicht unter dem Blütenstande wirtelig besetzt. Die sehr kurz gestielten, der Vor- und Deckblätter entbehrenden männlichen Blüten schließen in einem trichterig-glockenförmigen und am schiefen Saume 4—7lappigen Perigon 8—16 (bei unserer Art meist 8—12) Staubgefäße mit langen dünnen Filamenten, zudem bisweilen auch noch ein Pistillrudiment ein. Die 1—3, herrschend 2 Blüten des weiblichen Blütenstandes besitzen ein kleines sechslappiges Perigon und nur ausnahmsweise Staminodien. Beide Blüten werden gemeinsam von einer von Anfang an tief vierteiligen vierlappigen, weichstacheligen Cupula eingeschlossen. Ihr 3 Griffel und Narben tragender dreikantiger, dreifächeriger, in jedem Fache 2 hängende Samenknospen einschließender Fruchtknoten entwickelt sich zu einer dreikantigen, an der Spitze schmal 2—3flügeligen,

lederschaligen, doch nur einsamigen Nuß, deren großer Embryo sich durch mächtig entwickelte laubige, faltig ineinander gewundene, bei der Keimung über den Boden vortretende und sich flach ausbreitende Cotyledonen auszeichnet. Die bis zur Reife die Früchte völlig einschließende und fest geschlossene, verholzte Cupula öffnet sich zuletzt kapselartig vierklappig und läßt die Früchte ausfallen, während sie selber noch längere Zeit am Baume bleibt.

Von den 15 meist sommergrünen Arten gehört die Mehrzahl den gemäßigten Klimaten der südlichen, nur drei gehören der nördlichen Erdhälfte an. Von letzteren ist

F. silvatica L., die gemeine Buche, Rotbuche, durch das westliche, mittlere und den größten Teil des südlichen Europa's, sowie durch Kaukasien und Nordpersien verbreitet, in Europa mit einer nordöstlichen Polargrenze, deren Linie von Schottland (56—57°) durch Südskandinavien (westlich 60½, östlich bis 57°), Ostpreußen (Küste zwischen Elbing und Königsberg bei 54½°), Lithauen, das östliche Polen, Volhynien, Podolien, Bessarabien und die Krim nach dem Kaukasus zu ziehen ist. Vorzugsweise Gebirgsbaum, innerhalb unseres Bezirkes in der Ebene fast nur im baltischen Gebiete, in Oberschlesien und auf der Rheinfläche des Elsaß Wälder bildend, geht die Buche im Harze bis 649, Erzgebirge 812, Riesengebirge 649, Baierwald 1229, bairischen Alpen 1496, Tiroler Alpen bis 1540 m im Mittel. Kalkreicher Boden sagt ihr am meisten zu. Ihr Stamm, welcher bis 39 m Höhe und fast 2 m Durchmesser erreichen kann, besitzt in der Jugend wie die Aeste ein grün- bis graubraunes glattes und glänzendes Periderm, welches später durch das Auftreten unterrindiger Krustenflechten (§ 41) weißgrau gefleckt und zuletzt glänzend silbergrau gefärbt wird. Die jungen Triebe der auch im Inneren stark verzweigten, im Alter (bei freiem Stande) domartig gewölbten Krone sind anfangs weich seidenglänzend behaart, später kahl, grünbraun, mit blaßbraunen Lenticellen besetzt und mit unregelmäßig dreikantigem Mark versehen. Ihre Blätter tragen auf ½—1½ cm langem Stiele eine 4—9 cm lange und 2½—6 cm breite, aus breit keilförmigem bis abgerundetem und oft schwach ungleichhälftigem Grunde meist eiförmige spitzliche, ganzrandige oder nur seicht und entfernt gezähnte, unterseits heller grüne Spreite, welche in der Jugend namentlich unterseits seidenartig behaart, am Rande ebenso gewimpert, im Alter fast kahl ist. Die langen und schmal-lanzettlichen Nebenblätter fallen bald ab. Die von zahlreichen eiförmigen, spitzen, zimmtbraunen und (besonders gegen die Spitze) fein filzigen Schuppen bedeckten, bis 2 cm langen spindelförmigen, spitzen, weit vom Zweige abstehenden Knospen stehen seitlich über der kleinen 5 Gefäßbündelspuren zeigenden Blattnarbe. Die weiblichen Kätzchen stäuben im April und Mai; ihre gelblichen bis rötlichen Blüten sind stark weißzottig, ebenso die grünlichen, purpurne Narben vorstreckenden weiblichen Blüten. Die feinfilzige, mit verbogenen weichen Stacheln sparrig besetzte Cupula hat reif rostbraune Färbung und die ca. 1½ cm langen dreiseitigen, spitzen und vom Perigonreste gekrönten Früchte (Bucheckern) sind glänzend rotbraun gefärbt. Die sehr großen, breit nierenförmigen (bis 1½ cm langen und 4 cm breiten) bisweilen schwach wellig gerandeten, an ihrer Insertion leicht ausgeschnittenen, fleischig-laubigen Cotyledonen sind oberseits dunkelgrün, unterseits weißlich gefärbt.

Eine var. incisa Willd. mit eingeschnitten-grobgezähnten, fast fiederspaltigen, lang zugespitzten Blättern ist wild bis jetzt nur in einem Exemplar aus dem Reichenbacher Gemeindewalde bei Ettlingen in Baden, die var. purpurea Hort. (Blutbuche) mit dunkel- bis blutroten Blättern aus Thüringen (Oberspier'sche Forst bei Sondershausen) bekannt.

Castanea Tourn. (Edelkastanie) als dritte Gattung enthält nur zwei Arten, von denen C. vulgaris Lam. (C. vesca Gärtn., C. sativa Mill.) in ganz Südeuropa, im wärmeren extratropischen Asien und Nordamerika zu Hause ist, bei uns häufig kultiviert wird. Sie besitzt kurz gestielte ei- bis länglich- oder breit-lanzettliche, grob und stachelspitzig gezähnte Blätter. Die grünbraunen eiförmigen, stumpfen Knospen zeigen nur zwei große etwas filzige

Schuppen und die Blattnarben meist neun Gefäßbündelspuren in drei (einer mittleren aus fünf) Gruppen. Die steif aufrechten oder abstehenden, langen Kätzchen sind teils rein männlich, teils (die obersten der Zweige) androgyn, d. h. am Grunde in den Achseln schuppiger Deckblätter mit Knäueln weiblicher, sonst mit männlichen Blüten in gleicher Stellung versehen. Die männlichen Blüten haben ein meist sechsteiliges Perigon mit gewöhnlich 8—12 Staubgefäßen, die zu 4—7 (meist 3) beisammenstehenden weiblichen Blüten einen meist sechsfächerigen Fruchtknoten mit sechs Griffeln. Die dichtstachelige Cupula ist derjenigen der Buche ähnlich gebildet (§ 130) und öffnet sich auch vierklappig bei der Reife. Die großen dunkelbraunen, vom erhärteten Perigon und den Griffelresten gekrönten, lederschaligen Früchte schließen nur einen Samen ein, dessen Embryo sich durch dicke fleischige, bei der Keimung unter der Erde bleibende Cotyledonen auszeichnet.

§ 134. An die Cupuliferen schließt sich wohl zunächst die Familie der

Juglandaceae (Wallnußgewächse) an, charakterisiert durch unpaarig gefiederte, nebenblattlose, spiralig gestellte, sommergrüne Blätter, in eingeschlechtigen Kätzchen oder Knäueln einhäusige und ihrem Tragblatte aufgewachsene Blüten, deren männliche nackt oder mit 2—6-(meist 4-)gliederigem Perigon und mit vier bis zahlreichen Staubgefäßen versehen sind. Das nicht immer vorhandene oberständige Perigon der weiblichen Blüten ist meist viergliederig. Der meist aus zwei Carpellen gebildete, einen kurzen Griffel mit zwei Narbenlappen tragende Fruchtknoten, welchem noch die Vor- und Deckblätter angewachsen sind, ist zunächst einfächerig und mit einer grundständigen aufrechten geradläufigen Samenknospe versehen. Erst nach der Bestäubung treten in seinem unteren Teile zwei oder vier Scheidewände auf, welche ihn und die Frucht unvollständig zwei- oder vierfächerig machen und die entsprechende zwei- oder vierlappige Gestalt des dünnhäutigen endospermlosen Samens sowie der ölig-fleischigen Cotyledonen seines großen geraden, das Würzelchen aufwärts kehrenden Embryos bedingen. Die Frucht ist eine Steinfrucht mit fleischiger, bisweilen nur dünner Außenschicht (Epicarp), welche aus der den Fruchtknoten überkleidenden Perigonröhre und den angewachsenen Deck- und Vorblättern sich entwickelt, während die holzige oder knöcherne Innenschicht (Endocarp oder die sogenannte „Nuß“) wahrscheinlich aus den Fruchtblättern allein hervorgeht. Das Epicarp öffnet sich bei der Reife nicht oder unregelmäßig (Juglans regia) oder regelmäßig vierklappig (Carya), und bei Juglans und Carya springt auch das Endocarp bei der Keimung regelmäßig zweiklappig auf.

Die mit der Mehrzahl der ca. 30 Arten in der gemäßigten nördlichen Erdhälfte heimische Familie ist bei uns vorzüglich durch die Gattung

Juglans L. (Wallnuß) bekannt, aromatische, großblätterige Bäume, deren reichblütige männliche Kätzchen einzeln seitlich an vorjährigen Zweigen in den zur Blütezeit entlaubten Blattachseln stehen, während die armblütigen weiblichen Aehren terminal an heurigen belaubten Trieben entwickelt werden. Die männlichen Blüten besitzen ein meist unregelmäßig 5—6lappiges Perigon und 8—40 Staubgefäße mit sehr kurzen Filamenten und dicken vom Connectiv überragten Antheren. Den weiblichen Blüten sind die Vorblätter ganz, das Deckblatt halb angewachsen; ihr Perigon ist vierzähnig. Die Frucht besitzt ein fleischiges der Nuß anhaftendes oder von ihr sich lösendes und unregelmäßig aufspringendes Epicarp; ihre der Länge nach oder unregelmäßig gerunzelte Nuß ist unvollständig 2- oder 4fächerig und springt bei der Keimung 2klappig auf. Der Same ist buchtig gefurcht. Die Cotyledonen der Keimpflanze bleiben im Boden.

J. regia L. (Gemeine W.), im Orient von Griechenland bis zum indischen Himalaya heimisch[229]), bei uns vielfach kultiviert, ist ein bis 20 m hoher Baum mit verhältnismäßig kurzem aber bis über meterdickem Stamme, mit jung aschgrauer glatter, im Alter schwarzgrauer tiefrissiger Rinde. Die olivengrünen kahlen, mit sehr kleinen weißlichen Lenticellen besetzten einjährigen Zweige besitzen eine durch zarte häutige, weiße, zuletzt braune Gewebelamellen eng gefächerte Markröhre, sehr große verschieden gestaltige Blattnarben mit vielen Gefäßbündelspuren in drei Gruppen, sowie gerade über der Narbe stehende grünbraune bis zuletzt gelblichgraue, feinfilzige, abstehende, eiförmig-kugelige Knospen mit vier großen Schuppen. Die 20—35 cm langen Blätter sind aus 5—9 (meist 7) eiförmigen oder länglich-eiförmigen bis länglichen, spitzen oder zugespitzten, meist ganzrandigen, oberseits kahlen und glänzend dunkelgrünen, unterseits in den Aderachseln bärtigen Fiederblättchen zusammengesetzt. Die dick-cylindrischen steifen männlichen, im Mai blühenden Kätzchen fallen rasch ab; ihre Blüten besitzen meist 12 Staubgefäße. Die weiblichen Aehren sind 2—5blütig, ihre drüsig behaarten Blüten grün mit purpurnen Narben. Die 4—6 cm dicke kugelige bis eiförmig-kugelige, kahle, grüne, drüsig weißlich punktierte Steinfrucht läßt das leicht schwarz werdende Epicarp unregelmäßig zerreißend von der meist eiförmigen, auf dem Scheitel kurz gespitzten, am Grunde gestutzten oder etwas eingedrückten, außen unregelmäßig netzig und abgerundet gerunzelten, am Grunde vierfächerigen Nuß sich ablösen.

Die bei uns viel kultivierte, in Nordamerika heimische J. nigra L. (schwarze W., Butternuß) unterscheidet sich durch 7—11paarig gefiederte Blätter mit eilanzettlichen, lang zugespitzten, gesägten, unterseits fein flaumig behaarten Fiedern, graubraunfilzige fast kugelige Knospen, fast kugelige, körnig-rauhe Früchte mit sich nicht ablösendem Epicarp und schwarzer,

229) v. Helbreich, Beiträge z. Kenntniß d. Vaterlandes u. d. geogr. Verbreit. d. Roßkastanie, d. Nußbaumes u. d. Buche; Verhandl. d. bot. Ver. d. Prov. Brandenburg XXI.

eng- und scharfrunzeliger, im Grunde 4fächeriger Nuß. — Die gleichfalls nordamerikanische J. cinerea L. (graue W.) unterscheidet sich von voriger Art durch beiderseits weichhaarige graugrüne Fiedern, eiförmig-längliche zugespitzte, braunrot-filzige Frucht mit nur halb-zweifächeriger, sehr rauher, schwärzlicher Nuß.

Die bei uns in mehreren Arten versuchsweise angebaute nordamerikanische Gattung

Carya Nutt. (Hickory-Nuß) unterscheidet sich von Juglans durch das nicht gefächerte Mark, durch an heurigen Trieben meist zu drei auf gemeinsamem Stiele beisammenstehende schlanke männliche Kätzchen, deren Blüten meist ein 2—3lappiges Perigon und 3—10 Staubgefäße mit behaarten Antheren und über dem Scheitel derselben nicht verlängertes Connectiv besitzen. Die weiblichen Blütenstände gleichen im wesentlichen denjenigen von Juglans; das fleischige bis häutige Pericarp der Früchte springt aber regelmäßig vierklappig auf, und die bei der Keimung zweiklappig aufspringende, halb 2- oder 4fächerige Nuß ist glatt und meist mehr oder weniger kantig. Die bemerkenswerteste Art ist C. alba Nutt. (weiße H.), von deren drei oder meist fünf sitzenden, lanzettlichen oder eilanzettlichen, zugespitzten, gesägten, unterseits weichhaarigen Fiederblättchen das unterste Paar stets viel kleiner ist. Die männlichen Kätzchen sind weichhaarig. Die fast kugelige Frucht besitzt ein dickes, mit vier Leisten besetztes Pericarp und eine relativ kleine weiße, sehr dickschalige, 4—6kantige, ast glatte, kurz bespitzte, in der unteren Hälfte 4fächerige Nuß.

§ 135. Als weitere und den Juglandeen sich anreihende Familie der Amentaceen ist diejenige der

Myricaceae (Gagelgewächse) kurz zu erwähnen: aromatische (an fast allen Organen mit Harzdrüsen reichlich besetzte) Holzgewächse mit einfachen und meist nebenblattlosen Blättern, ein- oder meist zweihäusigen Blüten in Kätzchen, ohne oder mit rudimentärem schuppigem Perigon, die männlichen Blüten meist nur mit 2—6 Staubgefäßen, die weiblichen mit jederzeit einfächerigem Fruchtknoten mit zwei Narben und einer im Grunde aufrechten geradläufigen Samenknospe. Die kleine Steinfrucht enthält einen endospermfreien Samen mit großem Embryo mit fleischigen, plankonvexen Cotyledonen. Der einzige heimische Vertreter der mit 35 Arten über fast die ganze Erde zerstreuten Familie ist

M. Gale L. (Gagel), ein in moorigen Waldsümpfen und Torfbrüchen West- und Nordeuropas, Nordasiens und Nordamerikas, bei uns im nördlichen Gebiete und in der Niederlausitz gesellig wachsender, bis 1¼ m hoher sehr ästiger, an allen Organen mit goldgelben Harzdrüsen besetzter Strauch mit dunkelbraunen Zweigen, kleinen eiförmigen, kahlen, glänzend rötlichbraunen bis blutroten, spiralig beschuppten, abstehenden Knospen gerade über der kleinen dreispurigen Blattnarbe und mit dicht spiralig gestellten, länglich-verkehrt-eiförmigen bis verkehrt-lanzettlichen, in den sehr kurzen Stiel allmählich verschmälerten, stumpflichen bis spitzen, oberwärts entfernt gesägten, oberseits dunkelgrünen kahlen, unterseits helleren und dünn flaumhaarigen Blättern. Die zweihäusigen Blüten bilden in beiden Geschlechtern Kätzchen, welche am Ende vorjähriger Zweige über den Laubknospen stehend aus den Achseln abgefallener Laubblätter entspringen und insgesamt eine Art zusammengesetzter terminaler Aehre ohne Gipfelährchen bilden. Ihre spiralig geordneten und je nur eine Blüte in der Achsel tragenden Deckblätter sind in den bis 2 cm langen, vor dem Laubausbruche im April und Mai stäubenden männlichen Kätzchen dreieckig-kahnförmig, spitz, glänzend braun und weißlich gerandet, ihre nackten Blüten nur aus vier Staubgefäßen mit extrorsen Antheren gebildet. Die nur ½ cm langen grünen, rotbehaarten weiblichen Kätzchen führen eiförmige Deckblätter und ihre von zwei kleinen Vorblättern gestützten nackten Blüten zwei fadenförmige rote Narben. Die kleine drüsige Steinfrucht wird durch Hinaufwachsen der Vorblätter nach der Blütezeit geflügelt resp. dreispitzig.

§. 136. Die letzte heimische und neben den Fagaceen größte Familie der Amentaceen ist diejenige der

Salicaceae (Weidengewächse[230]). Die spiralig gestellten ungeteilten, sehr selten handförmig gelappten, ganzrandigen oder häufig (und oft drüsig) gesägten, sommergrünen Blätter derselben besitzen hinfällige oder bleibende Nebenblätter. Die diöcischen Blüten bilden in beiden Geschlechtern schlanke Kätzchen, welche ohne oder mit Laubblättern aus den Achselknospen vorjähriger Zweige vor oder mit dem Laubausbruche hervortreten. Androgyne Kätzchen mit beiderlei Blüten in verschiedener Anordnung werden jedoch nicht selten und als Ausnahmefälle sogar Zwitterblüten beobachtet. Die in den Achseln der spiralig geordneten Deckblätter einzeln stehenden nackten Blüten werden von drüsigen Nektarien begleitet (Weiden) oder von einem schüsselförmigen Receptaculum gestützt (Pappeln), die von mancher Seite als rudimentäre Blütenhüllen gedeutet werden. Die männlichen

---

230) Hegelmaier, Ueber Blüthenentwickelung bei den Salicineen; Würtemberg. naturw. Jahreshefte 1880, S. 204, Taf. 3, 4.

Blüten bestehen aus 2 bis zahlreichen Staubgefäßen mit extrorsen Antheren; die weiblichen werden von einem aus 2 Carpellen verwachsenen einfächerigen Fruchtknoten gebildet, welcher in der unteren Hälfte seiner Höhlung 2 wandständige Placenten mit zahlreichen gegenläufigen Samenknospen führt, auf dem Scheitel einen kurzen Griffel mit 2 einfachen oder häufiger 2- oder 4spaltigen Narben trägt. Die einfächerige Kapsel öffnet sich zweiklappig; ihre zahlreichen sehr kleinen, häutig-schaligen, endospermfreien Samen werden von je einem aus dem Funiculus entspringenden Kranze langer, weißer, seidiger Haare (haarförmiger Samenmantel) schopfig eingehüllt und der gerade Embryo besitzt ein abwärts gekehrtes Würzelchen und plankonvexe elliptische Cotyledonen. Von den beiden Gattungen der vorzüglich in den gemäßigten und kalten Klimaten der nördlichen Erdhälfte heimischen Familie ist die größere

§ 136. **Salix** Tourn. (**Weide**)[231]) ausgezeichnet durch die fast stets fehlende Gipfelknospe der Triebe[232]), durch nur von einer großen und beiderseits gekielten Schuppe scheidenförmig eingeschlossene, gerade über der dreispurigen Blattnarbe stehende Winterknospen, durch kurz gestielte ungeteilte, meist schmale und drüsig gesägte Blätter. Den Kätzchen gehen nur Niederblätter (Knospenschuppen) vorauf und sie erscheinen dann vor dem Laubausbruche (**frühblühende W.**, Salices praecoces); oder sie sind endständig auf kurzen Trieben, welche außer den Niederblättern der Knospe noch kleinlaubige oder normale Blätter tragen und blühen demnach mit oder kurz nach dem Laubausbruche (**spätblühende W.**, Salices serotinae). Die Deckblätter der Blüten sind ungeteilt, die Blüten meist von einem (hinteren) oder zwei (ein vorderes und hinteres), selten mehreren grünlichgelben oder gelben, warzenförmigen bis linearischen Nektarien begleitet. Die männlichen Blüten besitzen allermeist zwei, selten drei bis viele Staubgefäße mit freien oder selten mehr oder weniger verwachsenen Filamenten. Die Kapsel ist stets nur zweiklappig.

Die zahlreichen (ca. 160) Arten der Weiden sind oft schwer natürlich zu umgrenzen und diese Schwierigkeit wird noch dadurch gesteigert, daß zahllose (von den Weiden überhaupt leicht und häufig gebildete) Bastarde früher als eigene Arten beschrieben wurden. In die folgende, der Kürze und Bequemlichkeit wegen tabellarisch gehaltene Uebersicht sind nur die wichtigsten Arten, doch nicht deren Bastarde aufgenommen. Zum sicheren Bestimmen einer Weide ist es in erster Linie notwendig, Blüten- und vollkommen ausgebildete Blattzweige (diese aber nicht als Wasserreiser) von demselben Strauche oder Baume zu nehmen und die Blüten stets in voller Entwickelung zu untersuchen, weil z. B. das oft wichtige Längenverhältnis der Nektarien zum Fruchtknotenstiele sich später durch Streckung des letzteren ändert u. s. w.

I. Deckblätter der Blüten einfarbig gelbgrün, die männlichen Blüten mit vorderem und hinterem kurzem, gestutztem Nektarium, freien Staubgefäßen und nach dem Verstäuben gelben Antheren; Fruchtknoten aus eiförmigem Grunde kegelförmig, kahl, mit kurzem Griffel und dicklichen abstehenden, ausgerandeten oder zweilappigen, gelben Narben; Kapselklappen sichelförmig zurückrollend. — Spätblühende Weiden mit schlanken, meist kahlen Zweigen und an den Blattstielen mit warzigen Drüsen (Blattstieldrüsen), die sich bisweilen zu laubigen Oehrchen entwickeln.

A. Deckblätter der weiblichen Kätzchen vor der Fruchtreife abfallend.

1. **Fragiles** Koch. Weibliche Blüten mit vorderem und hinterem Nektarium; Zweige am Grunde glasartig spröde und leicht abbrechend; Blätter kahl, oberseits glänzend und anfänglich kleberig.

S. **pentandra** L. (**Lorbeerweide, fünfmännige W.**). Baum oder Strauch mit glänzend grün- bis rotbraunen einjährigen Zweigen und abstehenden, glänzend rotbraunen, eikegelförmigen und mit der stumpfen Spitze deutlich einwärts gekrümmten Knospen. Blätter eiförmig-elliptisch (bis eilanzettlich), zugespitzt, drüsig gesägt (auch diejenigen der Kätzchentriebe), mit kleinen länglich-eiförmigen, hinfälligen Nebenblättern. Deckblätter fast kahl oder am Grunde

---

231) **Andersson**, Monographia Salicum; Abhandl. d. schwed. Acad. d. Wissensch. VI und in **De Candolle's** Prodromus XVI, 2, pag. 190. **Wimmer**, Salices Europaeae; Breslau 1866. **Kerner**, Niederösterreichische Weiden; Verhandl. d. zool.-botan. Gesellsch. Wien X. **Wichura**, Die Bastardbefruchtung im Pflanzenreiche erläutert an d. Bastarden d. Weiden; 4° mit 2 Taf., Breslau 1865. **Lundström**, Studier öfver slägtet Salix; 8° mit 2 Taf., Stockholm 1875. Ferner die größeren Floren und forstbotan. Werke.

232) Die scheinbare Endknospe der Zweige ist in Wirklichkeit eine Seitenknospe, oberhalb welcher die Triebspitze normal zu Grunde geht. Letztere ist neben der Knospe noch durch ein abgestorbenes Spitzchen (oder eine Narbe) angedeutet, dem gegenüber auf der anderen Seite des Knospengrundes sich eine Blattnarbe befindet, beide allein schon die Natur der Pseudoterminalknospe als Achselknospe bestätigend. Dieselbe Erscheinung haben wir übrigens bei vielen andern Holzgewächsen: den Rüstern, Linden, Syringe 2c.

kurz zottig behaart. Männliche Blüten mit 5—12 Staubgefäßen. Fruchtknotenstiel so lang oder nur wenig länger als das hintere Nektarium. Feuchte Wälder, Moorränder, Ufer. Mai und Anfang Juni.

S. fragilis L. (Bruch- oder Knackweide). Baum mit glänzend graugelben einjährigen Zweigen und schwach abstehenden länglich-kegelförmigen, kaum zusammengedrückten, stumpfen oder spitzlichen, glänzend scherbengelben bis zuletzt schwarzbraunen Knospen. Blätter länglich-lanzettlich, lang zugespitzt, drüsig gesägt, doch diejenigen der Kätzchentriebe ganzrandig, unterseits bald hell- bald bläulichgrün, mit halbherz- oder nierenförmigen gezähnten, lange bleibenden Nebenblättern. Deckblätter zottig behaart. Männliche Blüten mit zwei Staubgefäßen. Fruchtknotenstiel 2—3mal so lang als das hintere Nektarium. Feuchte Wälder, Ufer 2c. April Mai.

2. Tenaces Hartig. Weibliche Blüten nur mit hinterem Nektarium; Zweige nicht leicht am Grunde brechend; Blätter wenigstens in der Jugend dicht seidenhaarig, nicht kleberig und oberseits weniger glänzend. Männliche Blüten mit zwei Staubgefäßen.

S. alba L. (Weiß- oder Silberweide). Meist Baum mit in der Jugend (besonders gegen die Spitze) seidig behaarten Trieben und wenigstens unten kahlen, verschiedenfarbigen (meist graugelben bis grünbraunen — die dottergelben als var. vitellina L. Dotterweide) einjährigen Zweigen mit angedrückten länglichen, geraden, stumpflichen, stark zusammengedrückten, rötlich- bis braungelben Knospen (die obersten oft noch seidenhaarig). Blätter schmal- bis breit-lanzettlich, zugespitzt, fein gesägt (die der Kätzchentriebe oft ganzrandig), in der Jugend beiderseits silberweiß seidenhaarig, später oberseits meist trüb grün und oft fast kahl, unterseits seidenhaarig-filzig, mit sehr kleinen lanzettlichen, hinfälligen Nebenblättern. Deckblätter weißhaarig. Fruchtknotenstiel kürzer als das Nektarium. Feuchte Wälder, Ufer. April, Mai.

B. Amygdalinae Koch. Deckblätter der Fruchtkätzchen bleibend. Weibliche Blüten nur mit hinterem Nektarium. Blätter kahl, oberseits glänzend, doch nicht kleberig.

S. triandra L. (S. amygdalina L., dreimännige oder Mandelweide). Meist Strauch mit grün- oder rötlichbraunen, kahlen, zähen Zweigen und ihnen angedrückten geraden, eikegelförmigen stumpfen, ziemlich stark zusammengedrückten und scharf gekielten, braunen, häufig schwach filzigen Knospen. Blätter länglich bis lanzettlich, spitz, gesägt (diejenigen der Kätzchentriebe oft ganzrandig), unterseits hellgrün und etwas glänzend oder blaugrün bis fast weißlich und matt, mit halbherzförmigen Nebenblättern. Kätzchen dünn und oft lockerblütig, ihre Deckblätter nur am Grunde zottig. Männliche Blüten mit drei Staubgefäßen. Fruchtknotenstiel 3—5mal so lang als das Nektarium. Ufer, sumpfige Waldstellen. April, Mai.

II. Deckblätter zweifarbig (am Grunde heller, an der Spitze rostfarben oder schwärzlich), in den weiblichen Kätzchen auch zur Fruchtreife vorhanden. Blüten nur mit hinterem Nektarium, die männlichen mit zwei Staubgefäßen. Blattstieldrüsen fehlen.

A. Staubgefäße frei. Kapselklappen an der Spitze zurückgerollt.

1. Deckblätter dicht und lang zottig. Nektarien verlängert, meist linealisch. Antheren nach dem Verstäuben gelb. Fruchtknoten aus eiförmigem Grunde in den langen Griffel verschmälert, sitzend oder sein Stiel kürzer als das Nektarium, die fadenförmigen und meist ungeteilten Narben gelb. Kapselklappen nur sichelförmig gebogen. Frühblühende Weiden mit schlanken Zweigen, von welchen hier nur zu erwähnen die Gruppe der

Viminales Koch, mit seidenfilzigem Fruchtknoten, bogig zurückgekrümmten Narben, zähen und anfangs filzigen Zweigen mit grüner Innenrinde, sowie Blättern mit matter, vertieft geaderter Oberseite.

S. viminalis L. (Korbweide). Meist Strauch mit grün- bis kastanienbraunen Zweigen (die heurigen feinfilzig, die vorjährigen kahl) mit angedrückten kleinen, schmal kegelförmigen, stumpfen, ziemlich stark zusammengedrückten, filzigen, rotbraunen Knospen. Blätter schmal- bis lineal-lanzettlich oder fast linealisch, zugespitzt, fast ganzrandig oder undeutlich gezähnt, meist deutlich mit dem Rande etwas zurückgerollt, oberseits dunkel- oder meist graugrün, unterseits silberglänzend-filzig, ihre Nebenblätter lineal-lanzettlich bis borstenförmig. Ufer. März, April.

2. Fruchtknotenstiel mehrmals länger als das kurze gestutzte Nektarium; Griffel kurz oder fehlend. Kapselklappen schneckenförmig zurückgerollt. Abstehend-kurzästige Arten.

α. Capreae Koch. Bäume oder große aufrechte Sträucher mit unterseits filzigen und vorspringend, oberseits vertieft geaderten, meist breiten Blättern und halbherz- oder nierenförmigen Nebenblättern. Antheren unserer frühblühenden Arten mit eiförmigen männlichen Kätzchen nach dem Verstäuben gelb. Fruchtknoten aus eiförmigem Grunde kegelförmig, filzig, mit dicken länglichen oder eiförmigen, gelben Narben.

* Ein- und zweijährige Aeste und die Knospen graufilzig. Blätter anfangs glanzlos-filzig. Griffel meist so lang als die Narben.

S. cinerea L. (Graue oder Werftweide). Meist Strauch mit abstehenden großen, eiförmigen, nur wenig zusammengedrückten, stumpfen, gelbbraunen Knospen an dicken Zweigen. Blätter länglich-verkehrt-eiförmig bis verkehrt-eilanzettlich, kurz zugespitzt, wellig gesägt, zuletzt oberseits schmutziggrün, kurzhaarig und glanzlos, unterseits graugrün und kurz- und dünnfilzig.

Deckblätter dicht zottig. Fruchtknoten 3—5mal so lang als das Nektarium. Narben meist aufrecht abstehend. Flußufer, Sümpfe. März, April.

** Zweige und Knospen kahl (nur gegen die Zweigspitzen schwach kurzhaarig), Blätter anfangs seidenglänzend weißfilzig. Griffel meist fehlend.

S. Caprea L. (Sool- oder Sahlweide). Strauch oder Baum mit dicken, grün- oder rot- bis purpurbraunen Zweigen mit großen wenig abstehenden, eikegelförmigen, spitzlichen, zusammengedrückten und zweikieligen, gelben bis rotbraunen Knospen. Blätter rundlich-eiförmig bis eiförmig oder elliptisch, kurz zugespitzt, wellig gesägt bis ganzrandig, zuletzt oberseits rein grün und fast kahl, unterseits bläulichgrau-filzig mit stark vortretendem gelblichem Nervenfilze. Nebenblätter hinfällig. Deckblätter dicht zottig. Fruchtknotenstiel 4—6mal so lang als das Nektarium. Narben meist zusammenneigend. Wälder, Ufer. März April.

S. aurita L. (Ohrweide). Strauch mit dünnen Zweigen und der vorigen Art ähnlichen aber kleinen und weniger zusammengedrückten Knospen. Blätter verkehrt- oder länglich-verkehrt-eiförmig, mit kurz aufgesetzter gekrümmter Spitze, meist unregelmäßig gesägt bis fast ganzrandig, zuletzt oberseits trüb grün und kurzhaarig, unterseits bläulichgrün und dünnfilzig, die großen Nebenblätter lange bleibend. Deckblätter oft schwächer behaart. Fruchtknotenstiel 2—4mal so lang als das Nektarium. Narben meist aufrecht abstehend. Moore, Gräben, Waldsümpfe. April, Mai.

β. Repentes Wimm. Kleine Sträucher oder Halbsträucher mit unterirdischem Hauptstamme und bogig aufsteigenden dünnen Aesten. Blätter mit wenig deutlichen, beiderseits schwach vortretenden Seitennerven. Kätzchen kurz vor oder mit den Blättern erscheinend. Antheren nach dem Verstäuben schwärzlich. Narben kurz, aufrecht-abstehend, ganz oder gespalten, meist rot.

S. repens L. (Kriechende W.) Sehr veränderlicher kriechender oder aufrechter Strauch mit jung grau- oder silberweiß-filzigen, später kahlen oder flaumhaarigen, gelb- bis kastanienbraunen Zweigen und aufrechten halb-eiförmigen, silberhaarigen Knospen. Blätter vielgestaltig (oval, elliptisch, länglich oder lanzettlich bis linealisch), schwach wellig-gesägt oder ganzrandig, jung beiderseits seidenhaarig, alt oberseits meist fast oder völlig kahl, trüb grün, ihre Nebenblätter lanzettlich. Deckblätter verschiedenfarbig (häufig purpurn) variierend, dicht- und langhaarig. Fruchtknoten meist filzig, sein Stiel 2—3mal so lang als das Nektarium. Moore, Haiden, feuchte Sandfelder, Wald- und Wegränder. April, Mai.

B. Staubgefäße mit den Filamenten bis zur Spitze verwachsen (daher scheinbar nur ein Staubgefäß in der Blüte), ihre roten Antheren während des Stäubens gelb und später schwärzlich. Kapsel eiförmig und mit nur klaffenden, kaum zurückgerollten Klappen.

S. purpurea L. (Purpurweide). Meist Strauch mit schlanken, zähen, glänzend grünbraunen bis purpurroten, kahlen Zweigen mit im Sommer schön zitronengelber Innenrinde; die angedrückten schmal-kegelförmigen, stumpfen, zusammengedrückten und oft schwach gekielten Knospen glänzend gelb bis gelbrot oder rotbraun. Blätter verkehrt-lanzettlich, meist zugespitzt, nur vorne gesägt, jung etwas rostig-seidenhaarig, bald kahl, oberseits dunkelgrün und schwach glänzend, unterseits matt blaugrün, mit feinen und beiderseits nur sehr schwach vortretenden Seitennerven. Kätzchen meist abwärts gekrümmt, mit seidenhaarigen und in der Mitte meist roten Deckblättern. Fruchtknoten sitzend, filzig, ohne oder mit sehr kurzem Griffel und eiförmigen gelben oder purpurnen Narben. Ufer. März, April.

§. 137. Die zweite, nur 18 Arten enthaltende Gattung

Populus Tourn. (Pappel) unterscheidet sich von den Weiden durch Ausbildung echter Gipfelknospen und von mehreren spiralig geordneten Knospenschuppen gebildete, häufig harzige Knospen überhaupt; ferner durch langgestielte und meist breite, bisweilen handförmig gelappte und genervte Blätter, vor dem Laubausbruche ohne voraufgehende Laubblätter erscheinende Kätzchen mit häufig handförmig eingeschnittenen (bei den weiblichen vor der Fruchtreife abfallenden) Deckblättern; endlich durch ein zygomorphes kragen-, schüssel- oder becherförmiges Rezeptaculum mit 4—30 Staubgefäßen oder einem aus meist 2 (selten 3 oder 4) Carpellen gebildeten, daher zwei (selten 3—4)-nähtigen Fruchtknoten, welcher eine meist 2- oder selten 3—4klappige, kahle Kapsel liefert.

P. tremula L. (Zitterpappel, Aspe, Espe) ist die für uns wichtigste Art, die durch fast ganz Europa verbreitet ist und hier vorzugsweise als Baum der Ebene in den Richtungen nach Norden, Nordosten und Osten immer häufiger auftritt, in den mitteldeutschen Gebirgen im Mittel bis 971 m, im Riesengebirge bis 1250 m, im Baierwalde bis 1237 m, in den bairischen Alpen bis 1361 m geht. Sie ist außerdem durch ganz Nordasien verbreitet und auch in Nordafrika heimisch. Ihr bis 35 m Höhe und 1 m und mehr Durchmesser erreichender Stamm ist wie die Aeste in der Jugend mit grünlichgrauem,

später aschgrauem und von rostfarbenen Lenticellen durchbrochenem glattem Periderm bekleidet, das im Alter einer längsrissigen rauhen, grauen Borke Platz macht. Die einjährigen Zweige der dünn belaubten rundlichen Krone sind wie die Knospen glänzend gelb- bis rotbraun; letztere über großer dreispuriger Blattnarbe stehend und den Zweigen angedrückt, gerade, eikegelförmig, spitz, kahl und kleberig. Der von der Seite sehr stark zusammengedrückte Blattstiel hat 3—6 cm Länge; die 3—12 cm lange und ebenso breite (vorherrschend breiter als lange) Spreite ist an den Kurztrieben meist rundlich-eiförmig bis fast kreisrund, an den Langtrieben (wie an Stockausschlag) meist fast dreieckig oder rhombisch mit abgerundeten Seitenecken, bei allen ausgeschweift und unregelmäßig stumpf-gezähnt, am Grunde gestutzt oder etwas herzförmig, in der Jugend namentlich unterseits seidenhaarig-zottig, zuletzt kahl, oberseits hellgrün mit gelblichweißen Nerven, unterseits hellgraugrün mit vortretendem Adernetze. Die lineal-lanzettlichen Nebenblätter sind sehr hinfällig. Die sehr kurz gestielten, ca. 7—10 cm langen, anfangs dicken und herabgekrümmten, lang grauweiß zottigen Kätzchen hängen nach dem Aufblühen (März, April) schlaff herab. Ihre schwarzbraunen, breit keilförmigen Deckblätter sind handförmig eingeschnitten, die schmalen spitzen Zipfel lang grauweiß gewimpert. Das kurz gestielte, kahle, grünliche Rezeptaculum schließt die meist zu 8 vorhandenen Staubgefäße (mit roten Antheren) sowie den Fruchtknoten (mit 4 kreuzförmig ausgebreiteten, purpurnen Narbenlappen) etwa zur Hälfte ein. Die Klappen der ziemlich langgestielten grünbraunen Kapsel krümmen sich hakig zurück. Die sehr kleine Keimpflanze besitzt rundliche Cotyledonen.

§ 138. Mit der Aspe stimmt die im südlichen Gebiete heimische, schon in Mitteldeutschland größtenteils wohl nicht ursprünglich wildwachsende Silberpappel, P. alba L., durch die acht Staubgefäße, die gewimperten Deckblätter, die lange glatt bleibende Rinde, rundliche Triebe rc. überein, bildet daher mit ihr und ein paar Verwandten die Gruppe der Aspen (Leuce Duby). Sie unterscheidet sich aber durch abstehende und nicht kleberige, weißfilzige Knospen, weißgraufilzige Triebe, sowie durch unterseits schneeweiß-filzige Blätter, von denen die zuerst an den Trieben auftretenden rundlich bis ei- oder zuweilen fast herzförmig, buchtig oder geschweift und stumpf gezähnt, die späteren handförmig-fünflappig und unregelmäßig buchtig-gezähnt sind. Ferner sind die elliptischen, spitzen Deckblätter nicht oder nur schwach (zahnartig) eingeschnitten, sparsam zottig gewimpert, rostfarben, die Narben grünlichgelb. Mit der Aspe bildet die Silberpappel einen Bastard, P. canescens Sm.

Eine zweite Gruppe der echten Pappeln (Aigeiros Duby) ist durch 12—30 (selten 6—12) Staubgefäße der männlichen Blüten, kahle Deckblätter, frühzeitig rissige Rinde, meist kantige und in der Jugend (wie auch die kahlen und etwas abweichend gebauten Knospen) kleberige Triebe, von den Seiten stark zusammengedrückte Blattstiele, durchscheinenden Blattrand rc. charakterisiert. Dahin gehört die in Südeuropa und dem gemäßigten Asien heimische, bei uns angepflanzte P. nigra L. (Schwarzpappel) mit meist rundlichen jungen Langtrieben, lang-kegelförmigen, spitzen, und etwas auswärts gekrümmten, dunkelbraunen Knospen, dreieckigen bis rhombischen, lang zugespitzten, am Grunde keilförmigen oder gestutzten bis seltener seicht herzförmigen, kerbig und knorpelig gesägten, kahlen Blättern, handförmig eingeschnittenen Deckblättern mit fädig zugespitzten Lappen, eiförmigem und zweinähtigem Fruchtknoten und zurückgeschlagenen dreieckigen Narben. Von ihr ist die in Taurien und im Himalaya wildwachsende, bei uns fast nur in männlichen Bäumen kultivierte Pyramidenpappel, var. β pyramidalis Spach. (P. pyramidalis Roz., P. dilatata Ait., P. italica Moench) nur eine Abart mit aufrechten und eine schmale, spindelförmige Krone bildenden Aesten. Die nordamerikanische und bei uns vielfach angepflanzte P. canadensis Michx. (canadische P.; P. monilifera Ait.) unterscheidet sich vorzüglich durch meist kantige, junge Langtriebe und kürbisförmigen, 3—4nähtigen Fruchtknoten mit nierenförmig-zweilappigen Narben.

In die dritte Gruppe der Balsampappeln (Tacamahaca Spach.) mit rundlichen und oberseits rinnigen Blattstielen, kahlen und harzigen Knospen, kahlen Deckblättern, 20—30 Staubgefäßen rc. gehört die bei uns angepflanzte nordamerikanische P. balsamifera L. (Balsampappel) mit eiförmigen oder eilanzettlichen, unterseits weißlichen Blättern.

2. Ordnung. Urticinae.

§. 139. Die Mitglieder auch dieser Ordnung sind durch sehr kleine, unansehnliche, fast immer eingeschlechtige, aber sehr verschiedenartige Infloreszenzen bildende Blüten mit selten fehlendem kelchartigem, meist 4—5gliederigem Perigon und 4—5 von den Perigon-

gliedern stehenden Staubgefäßen charakterisiert. Der Fruchtknoten ist aber in der Regel oberständig und monomer, ein zweites rudimentäres Fruchtblatt jedoch bisweilen durch einen zweiten Griffel (Narbe) angedeutet. Sein einziges Fach enthält meist eine hängende gegen- oder krummläufige, seltener (Urticaceae) aufrechte und geradläufige Samenknospe und der Same fast immer Endosperm (keines oder geringes bei Ulmaceen). Die einzige forstlich wichtige Familie ist diejenige der

Ulmaceae (Rüstergewächse, einschließlich der Celtideae). Dieselbe ist mit ca. 140 Arten über fast die gesamte Erde zerstreut und enthält Bäume und Sträucher mit sommer- oder immergrünen, zweizeilig abwechselnden, häufig am Grunde ungleichhälftigen, einfachen und meist gesägten und rauhen Blättern mit freien oder verwachsenen, hinfälligen Nebenblättern. Die zwitterigen oder einhäusig-vielehigen, in verschiedenartigen Infloreszenzen auftretenden Blüten besitzen ein 4—6gliederiges Perigon mit bei Gleichzahl vor dessen Gliedern stehenden, in der Knospe geraden oder höchstens schwach einwärts gebogenen Staubgefäßen. Das zweinarbige Pistill ist allermeist 1- (selten 2)fächerig und zeigt eine aus dem Scheitel herabhängende, gewöhnlich gegenläufige Samenknospe. Die Flügel-, Schlauch-, oder Steinfrucht ist einsamig; der Same besitzt eine häutige Schale, wenig oder kein Endosperm und einen geraden oder gekrümmten Embryo mit aufwärts gekehrtem Würzelchen und flachen oder verschieden gefalteten Cotyledonen.

§ 140. Die beiden in unserem Florengebiete heimischen Gattungen Ulmus und Celtis sind Typen zweier Unterfamilien, die jedoch bisweilen auch als eigene Familien betrachtet werden: der Ulmeae mit trockener Schlauch- oder Flügelfrucht, und der Celtideae mit Steinfrucht. Die Gattung

Ulmus Tourn. (Ulme, Rüster[233]) speziell umfaßt sommergrüne Bäume und Sträucher mit auffallend ungleichhälftigen, auf der nach der Zweigspitze zugekehrten Seite am Blattstiele weiter herablaufenden, fiedernervigen, einfach oder doppelt gesägten Blättern und ziemlich großen zungenförmigen, ganzrandigen, noch vor völliger Ausbildung der Blätter abfallenden Nebenblättern. Die zwitterigen Blüten (speziell unsere Arten berücksichtigt) sind zu kleinen knäuelartigen oder büscheligen Infloreszenzen vereinigt, welche in laubblattlosen Seitenknospen (in den Blattachseln einjähriger Triebe) überwintern und aus ihnen im März oder April und noch vor Beginn der Belaubung hervorbrechen. Jeder kleine Blütenstand beginnt demnach mit einer Anzahl leerer Knospenschuppen, welche aus der zweizeiligen Stellung ganz allmählich in eine spiralige übergehen und so sich den spiralig gestellten Deckblättern anschließen, welche in ihrer Achsel je eine Blüte (so meist bei U. glabra) oder eine Gruppe von 2—3 Blüten (U. effusa) besitzen. Jede Blüte zeigt ein 4—8- (meist 5—6-)teiliges, kreisel- bis glockenförmiges Perigon mit meist eben so vielen (bisweilen aber auch weniger oder mehr), infolge der langen Filamente vorragenden Staubgefäßen als Zipfel, die Antheren extrors. Der kurz gestielte oberständige und zur Blütezeit bereits flach gedrückte und kantig gerandete Fruchtknoten trägt zwei über den Kanten stehende Gabelspitzen (Griffeläste), auf deren Innenflächen die Narben abwärts verlaufen. Seine Samenknospe hängt fast aus dem Gipfel des Faches herab. In Ausnahmefällen sind zwei Fruchtknotenfächer mit je einer Samenknospe entwickelt. Die zusammengedrückte dünnschalige und stets einfächerige Frucht ist an der Kante ringsum von einem breiten, netzig geaderten Flügel umgeben, der auf dem Scheitel einen den Griffelästen (Narbenflächen) entsprechenden Einschnitt mit meist noch zwei (den freien Narbenspitzen entsprechenden) Spitzchen besitzt. Der gerade Embryo des endospermfreien Samens liegt mit seinen flachen, fleischigen Cotyledonen den Fruchtflächen parallel. Die Früchte reifen bereits Ende Mai oder im Juni, lösen sich durch Abgliederuug von ihrem Stiele

233) Kienitz, Die in Deutschland wild wachsenden Ulmenarten; Zeitschr. f. Forst- u. Jagdw. XIV. 37, mit 1 Taf. Planchon's Bearbeitung in De Candolle's Prodromus XVII. 151.

ab und ihr Same ist sofort keimfähig. Die 3—4 Wochen nach Aussaat hervortretende Keimpflanze besitzt kurz und dünn gestielte, verkehrt-eiförmige bis rundlich-verkehrt-eiförmige und am Scheitel oft schwach gestutzte bis zuweilen sehr schwach eingebuchtete, am Grunde etwas ausgeschnittene und mit kurzen Spitzchen fast pfeilförmig vorgezogene Keimblätter und kreuzweise gegenständige, längliche, ziemlich grobgesägte erste Laubblätter.

Von den 17 Arten der in den gemäßigten Klimaten der nördlichen Erdhälfte heimischen Gattung kommen bei uns drei vor, deren Synonymie jedoch infolge vielfacher Verwechselungen eine ziemlich verwickelte ist. Da auf Grundlage seines Herbars Linné unter seiner U. campestris L. die bisher von den Autoren als U. montana With. bezeichnete Art verstanden hat (Hooker, Flora of the British Isl. p. 334, citiert von Kerner, in Oesterreich. bot. Zeitschr. 1876, S. 53), muß dieser Name aus Prioritätsrücksichten bleiben und die von den Autoren bisher »U. campestris L.« genannte Art den Namen U. glabra Mill. erhalten, wie auch bereits von Kerner (a. a. O.) und Willkomm (forstl. Flora 2. Aufl. S. 553) durchgeführt worden ist.

U. glabra Mill. (Rotrüster, Feldrüster, glatte R. = U. campestris Sm. und vieler Autoren, doch nicht L.; U. campestris α genuina Aschers.; U. camp. α vulgaris Döll; U. campestris β glabra Pokorny; U. nuda Ehrh.). Der bis 40 m Höhe und über 2 m Durchmesser erreichende Stamm ist mit einer tief- und kurzrissigen, sehr dunkelfarbigen Borke bekleidet, der Bast jüngerer Stämme und Aeste wie bei anderen Arten leicht in Schichten ablösbar, die Rinde mit zahlreichen schleimführenden Schlauchzellen versehen. Die Wurzeln zeichnen sich durch reichliche Adventivknospenbildung (und infolge derselben reichliche Wurzelbrut) aus. Die jungen Langtriebe der zweizeilig verzweigten und daher flach ausgebreiteten Aeste der dicht belaubten, im Alter stark gewölbten Krone sind schlank, ziemlich dicht und sehr kurz fein behaart, verlieren aber später mehr oder weniger die Behaarung, so daß die glänzend rotbraunen, glatten, mit gelben oder hellbraunen Lenticellen zerstreut besetzten einjährigen Zweige fast kahl sind. Die eikegelförmigen spitzen, dunkel- bis schwarzbraunen Knospen stehen schief über der dreispurigen Blattnarbe vom Zweige ab; ihre zweizeilig gestellten, breit abgerundeten und am Scheitel oft etwas ausgerandeten oder leicht gespaltenen Schuppen sind meist am Rande und auf dem Rücken schwach weißlich behaart. Eine echte Gipfelknospe fehlt (Note 232). Die aus sehr stark ungleichhälftigem und verschmälertem bis schief herzförmigem Grunde eiförmigen oder eiförmig-länglichen bis länglich-lanzettlichen (gewöhnlich in der Mitte oder unterhalb derselben am breitesten), spitzen bis ziemlich lang zugespitzten, einfach bis doppelt gekerbt-gesägten, 2—10 cm langen und 1½—5 cm breiten Blätter sind derb bis fast lederartig, schon in der Jugend kahl und meist glatt, seltener oberseits mehr oder weniger rauh, unterseits in den Aderachseln bärtig, oberseits glänzend dunkel-, unterseits matt-hellgrün. Von den Seitennerven sind meist vereinzelte gegen den Rand hin gegabelt. Der 4—10 mm lange Stiel ist kahl oder schwach behaart. Die kleinen halbkugeligen Blütenknäuel enthalten ca. 6—20 sehr kurz gestielte Blüten mit glockig-trichterförmigem, rostrotem, an den Lappen weiß gewimpertem Perigon, aus dem die 2—3mal so langen, meist zu 5 vorhandenen Staubgefäße mit rostroten Antheren weit vorragen. Die sehr kurz gestielten und meist verkehrt-eiförmigen, seltener bis fast kreisrunden, kahlen, reif und trocken matt gelblichbraunen Früchte werden ca. 1—2½ cm lang und 8—20 mm breit und führen das Samenfach ungefähr an der Grenze des oberen Drittels.

Unter den Varietäten der besonders in Form und Größe der Blätter sehr veränderlichen Art ist die bemerkenswerteste die var. suberosa (Korkrüster; U. suberosa Ehrh.), welche durch kräftige flügelartige, längsverlaufende Korkleisten der Zweige resp. jüngeren Aeste ausgezeichnet ist. Die Verbreitung der Rotrüster erstreckt sich durch den größten Teil Europas, Algerien, Kleinasien und Sibirien bis zum Amurgebiete. Ihre Grenzen sind zur Zeit jedoch nicht mit Sicherheit und namentlich deshalb nicht anzugeben, weil sie zu häufig mit der folgenden Art verwechselt oder als Varietät mit derselben vereinigt wird. Das Gleiche gilt bezüglich der Höhenverbreitung.

§ 141. U. campestris L. (Feldrüster, Berg- oder Haselrüster = U. montana With.; U. campestris L. var. montana Döll, Aschers. u. a.; U. campestris var. scabra Pokorny). Von der voraufgehenden unterscheidet sich diese Art, die echte „Feldrüster" Linné's, zunächst durch den Mangel der Wurzel-Adventivknospen, durch die kräftigeren, dunkel- bis schwarzbraunen, mehr oder weniger flaum- bis rauhhaarigen Zweige, sowie durch dickere und rostrot behaarte Knospen. Ihre meist größeren Blätter besitzen einen kürzeren (ca. 3—8 mm langen) und dickeren, behaarten Stiel und eine ca. 8—16 cm lange und 4—10 cm breite, meist breit-verkehrt-eiförmige oder breit eiförmige bis elliptische (gewöhnlich oberhalb der Mitte am breitesten), scharf-doppelt-gesägte Spreite mit aufgesetzter mehr oder weniger langer Spitze, neben welcher bei üppigen Exemplaren oft noch zwei kleine Seitenspitzen vorhanden sind, so daß das Blatt fast dreizipfelig erscheint. Zudem ist das Blatt krautiger, dünn, nicht lederartig, auf der dunkelgrünen Oberseite scharfhaarig, auf der helleren Unterseite namentlich auf den Nerven rauhhaarig, und von seinen Seitennerven ist in der Regel eine größere Anzahl gegabelt. Die größeren Blütenknäuel sind meist kugelig; die kurz gestielten Blüten besitzen ein mehr glockenförmiges Perigon und 5—6 etwa doppelt so lange Staubgefäße mit violetten Antheren. Die durchschnittlich meist größere (bis 3 cm lange und 2 cm breite), gewöhnlich elliptische bis längliche und am Grunde nicht selten keilförmig verschmälerte, kahle, reif meist schmutzig grünliche Frucht führt ihr Samenfach in der Mitte.

Diese Art variiert ebenso sehr wie die voraufgehende und kommt desgleichen, wenn auch selten, in einer var. suberosa vor. Sie gehört vorzugsweise Mittel- und Nordeuropa an und verbreitet sich außerdem durch Kleinasien und Sibirien bis zum Amurgebiete. Bezüglich ihrer Grenzen gilt das im § 140 Gesagte.

U. effusa Willd. (U. pedunculata Fouger., U. ciliata Ehrh., Flatterrüster) entwickelt wie die Rotrüster Wurzelschößlinge aus Adventivknospen. Ihr Stamm ist mit schuppig abblätternder, graubrauner Borke bekleidet; die dünnen, glänzend hellbraunen einjährigen Zweige zeigen Spuren von Behaarung meist nur oberhalb der Knospen oder sind völlig kahl, und die spitz kegelförmigen, schwach behaarten bis kahlen Knospen erscheinen durch die am Scheitel eingeschnittenen, auf dem Rücken zimmtbraunen aber breit dunkelbraun gerandeten Schuppen gescheckt. Die Blätter besitzen einen 3—10 mm langen weichhaarigen Stiel und eine ca. 6—15 cm lange und 4—9 cm breite krautige, verkehrt-eiförmige bis eiförmig-längliche oder elliptische, spitze oder plötzlich kurz zugespitzte, am oft sehr ungleichhälftigen Grunde meist verschmälerte, scharf doppelt gesägte Spreite mit in der Regel kahler und glatter Ober-, weichhaariger Unterseite und nur selten gabelig geteilten Seitennerven. Die Blütenstände sind infolge der ungleich und bis 1½ cm langen dünnen Blütenstiele unregelmäßig und flatterig; die mehr oder weniger hängenden Blüten zeigen ein flach glocken- bis kreiselförmiges und meist 6—8lappiges Perigon mit gewöhnlich 5—8 und meist etwa 1½mal so langen Staubgefäßen mit violetten Antheren. Die nach der Blütezeit sich noch verlängernden Blütenstiele lassen den Fruchtstand noch flatteriger erscheinen. Die Früchte selbst sind kleiner als bei den voraufgehenden beiden Arten, meist nur bis 1½ cm lang und 1 cm breit, oval mit ziemlich zentralem Samenfache, am Flügel ringsum weichhaarig gewimpert und reif meist blaß grünlichbraun gefärbt. Die Flatterrüster besitzt einen noch kleineren Verbreitungsbezirk, als die Feldrüster, da sie auf Mitteleuropa (doch ohne zur Zeit genau bestimmbare Grenzen) beschränkt ist und zudem überall mehr vereinzelt auftritt.

Die zweite oben (§ 140) erwähnte Unterfamilie der Celtideae ist bei uns durch den aus Südeuropa nordwärts bis in das südliche Tirol und Steiermark vordringenden und häufig kultivierten Zürgelbaum, Celtis australis L., bekannt, der durch schief ei- oder länglich-lanzettliche, lang zugespitzte, stachelspitzig gesägte, von drei Hauptnerven durchzogene Blätter und weiter von den Rüstern dadurch verschieden ist, daß von den langgestielten einhäusig-viel-

ehigen Blüten die männlichen zu 1—3 in den Laubblattachseln vorjähriger entblätterter, die zwitterigen einzeln in den Blattachseln diesjähriger Triebe stehen. Die Antheren sind hier intrors. Die reif schwarzbraune, kugelige Steinfrucht erreicht etwa Erbsengröße.

§ 142. Von den übrigen Familien der Urticinen schließt sich diejenige der

Cannabinaceae (Hanfgewächse) durch in der Knospe gerade Staubgefäße, hängende Samenknospe und endospermfreien Samen der Rüsternfamilie an, unterscheidet sich von ihr aber zunächst durch krautige Entwickelung, zweihäusige Blüten, von denen die männlichen große Rispen bilden, durch krummläufige Samenknospe, nußartige Früchte und kniefförmig gebogenen bis spiralig eingerollten Embryo. Außer dem bekannten Hanf (Cannabis sativa L.) gehört hierher der in Gebüschen, an Waldrändern und im Unterholze als Unkraut wuchernde, doch auch außerforstlich als wichtiges Biergewürz kultivierte Hopfen (Humulus Lupulus L). Derselbe entwickelt aus perennierendem Rhizome alljährlich bis 5 m hoch und oft höher rechtswindende und wie die Blattstiele und Blattunterseite rückwärts rauh- bis stachelhaarige Stengel mit gegenständigen, langgestielten, aus herzförmigem Grunde handförmig- 3—4 lappigen (nur die oberen und namentlich in den Blütenständen befindlichen einfach), handnervigen Blättern. Die männlichen Blüten besitzen ein tief fünfteiliges häutiges Perigon mit 5 Staubgefäßen. Die zapfenartigen weiblichen Blütenstände werden aus Nebenblattpaaren (ohne Laubblattspreite) gebildet, in deren Achseln je ein rudimentärer Sproß mit jederseits zwei Blüten steht, so daß jedes Nebenblatt scheinbar als Deckblatt zweier Blüten auftritt. Jede weibliche Blüte wird aber noch besonders von einem besonderen Deckblatte scheidenartig eingehüllt und ihr Fruchtknoten in der unteren Hälfte von einem becherförmigen, ungeteilten, zarthäutigen Perigon eingeschlossen. Der ganze weibliche Blütenstand entwickelt sich zu dem bekannten eiförmigen, zapfenartigen Fruchtstande mit zuletzt trockenhäutigen schuppenförmigen Blättern. Letztere sind an ihrem Grunde ebenso wie Deckblätter, Perigon, junge Früchte ꝛc. von kleinen goldgelben, das bitter gewürzige Lupulin produzierenden Drüsen dicht besetzt.

Die dritte Familie der Moraceae oder Maulbeergewächse enthält Milchsaft führende Holzgewächse (selten Kräuter), welche ein- oder zweihäusige (nur als Ausnahme zwitterige, bisweilen bei Morus) Blüten mit 1—5 (meist 4) den Perigonabschnitten gegenüberstehenden Staubgefäßen entwickeln, deren Filamente jedoch in der Knospe einwärts gekrümmt sind. Die krumm- bis gegenläufige Samenknospe zeigt verschiedene Art der Anheftung im Fruchtknotenfache, der Same enthält nicht immer Endosperm, die kleine Nuß oder Steinfrucht wird aber entweder vom fleischig werdenden Perigon umschlossen (Morus) oder in die fleischig werdende Blütenaxe eingesenkt. Hierher gehört die schon erwähnte Gattung

Morus Tourn. (Maulbeerbaum) mit zweizeilig abwechselnden, ungeteilten oder gelappten Blättern, und einzeln in den Achseln derselben stehenden ein- oder zweihäusigen Infloreszenzen, deren männliche kätzchenförmig, deren weibliche meist eiförmig bis länglich sind. Das meist tief vierteilige Perigon der männlichen Blüten enthält vier Staubgefäße und ein Pistillrudiment; das Perigon der weiblichen Blüten ist fast vierblätterig, der Fruchtknoten zweinarbig. Nach der Blütezeit werden die seitlich verschmelzenden Blütenhüllen der weiblichen Infloreszenzen fleischig und halten die kleinen Steinfrüchte zu einer Sammelfrucht, der bekannten Maulbeere, zusammen[234]). Bei uns werden der in Mittelasien heimische weiße M. (M. alba L.) und der kleinasiatische schwarze M. (M. nigra L.) vorzüglich der Seidenraupenzucht wegen kultiviert. Ersterer entwickelt ei- oder herzförmige und zuletzt 2—5lappige vielgestaltige, fast kahle Blätter und trägt im Mai langgestielte köpfchenförmige weibliche Blütenstände mit kahlen oder sparsam behaarten grünlichen Perigonen, die zu gelblichweißen oder selten rötlichen, fade süßen Scheinbeeren werden. Beim schwarzen M. sind die Blätter rauher behaart, die weiblichen Blütenstände kürzer gestielt bis fast sitzend, ihr Perigon am Rande rauhhaarig, die wohlschmeckend süßen Scheinbeeren größer und violettschwarz.

Die letzte hier zu berücksichtigende Familie der Urticaceae (Nesselgewächse) unterscheidet sich von allen vorhergehenden der Ordnung durch die im Grunde des Fruchtknotens aufrechte geradläufige Samenknospe. Mit den Moraceen hat sie die in der Knospe einwärts gekrümmten, beim Oeffnen der letzteren elastisch auswärts schnellenden Staubgefäße gemeinsam. Ihre sehr verschiedene Tracht zeigenden (500) Mitglieder besitzen nur selten Milchsaft, auf der Oberhaut aller Organe dagegen sehr häufig Brennhaare, so auch die hier zu erwähnende Gattung Urtica Tourn. (Nessel), welche meist Kräuter mit kreuzweise gegenständigen, handnervigen, eingeschnitten- oder grob-gesägten Blättern, und 1- oder 2häusigen Blüten in blattachselständigen verschiedengestaltigen Infloreszenzen enthält, die männlichen mit gleichmäßig vierteiligem Perigon und vier Staubgefäßen, die weiblichen mit paarig ungleichen Perigonabschnitten. Die kleine zusammengedrückte Schließfrucht enthält einen endospermhaltigen Samen mit geradem Keimling. U. dioica L. (Große N.): perennierend, mit länglich-herzförmigen Blättern und 2häusigen Blüten, ist meist Bewohnerin von Hecken, Gebüschen und Wäldern.

---

234) Baillon, Memoire sur le développement du fruit des Morées; Adansonia I. 214, tab. 8.

3. Ordnung. Centrospermae.

§ 143. Die Mitglieder dieser Ordnung sind durch typisch zwitterige Blüten ausgezeichnet, welche teils ein einfaches Perigon (Polygonaceae, Chenopodiaceae, einzelne Caryophyllaceae), teils doppelte Blütenhülle aus Kelch und Krone besitzen. Die in ein oder zwei Wirteln auftretenden Staubgefäße stehen bei den apetalen Formen im Falle der Gleichzähligkeit vor den Perigongliedern. Der aus 2—5 Carpellen verwachsene, doch öfter mit gleicher Zahl freier Griffel versehene Fruchtknoten ist der Regel nach oberständig, einfächerig und mit einer einzigen im Grunde zentral entspringenden Samenknospe (Polygonaceae, Chenopodiaceae) oder einer grundständigen Zentralplacenta mit mehreren Samenanlagen versehen (die meisten Caryophyllaceae). Die Samen enthalten gewöhnlich Endosperm und einen in demselben exzentrisch oder neben ihm peripherisch gelegenen und meist gekrümmten bis ringförmig zusammengebogenen Embryo.

Von den nur Forstunkräuter und Standortsgewächse enthaltenden Familien ist diejenige der Polygonaceae (Knöterichgewächse) vorzüglich charakterisiert durch die einzeln grundständige geradläufige Samenknospe des aus 2—3 Carpellen gebildeten Fruchtknotens. Weiter sind die zwitterigen oder durch Abort eingeschlechtigen Blüten apetal, ihr Perigon kelch- oder kronenartig, mit meist 6—9 Staubgefäßen, die Früchte meist nußartig und ihr Same mit meist mehligem Endosperm versehen. Unsere Arten sind Kräuter mit spiralig gestellten Blättern, von denen sich die der Gattung Polygonum L. (Knöterich) angehörenden durch zu großen und den unteren Teil des Internodiums umfassenden Scheiden verwachsene Nebenblätter, meist tief 5teiliges kronenartiges und nach der Blütezeit sich meist nur wenig vergrößerndes Perigon 5—8 Staubgefäße und kopfige Narben auszeichnen. Die auf feuchten Waldwiesen häufige Schlangenwurz (P. Bistorta L.) trägt nur eine rötlichweiß blühende Aehre an der Spitze des einfachen Stengels. Bei dem auf nassen Schlägen, Blößen 2c. häufigen P. Hydropiper L. (Wasserpfeffer) mit lanzettlichen Blättern, ziemlich kahlen und kurz gewimperten Nebenblattscheiden und sechs Staubgefäßen, sowie bei dem an gleichen Orten wachsenden P. minus Huds. mit lineal-lanzettlichen Blättern, kurzhaarigen und langgewimperten Scheiden und fünf Staubgefäßen endet jeder Zweig des Stengels mit schlanker, lockerblütiger Aehre. Das in Hecken und Gebüschen windende, herz-pfeilförmige Blätter besitzende P. dumetorum L. trägt die durch häutig geflügelte äußere Perigonabschnitte gekennzeichneten Blüten büschelig in den Achseln von Hochblättern. — Die Gattung Rumex L. (Ampfer) ist durch meist sechs Staubgefäße, pinselförmige Narben und dadurch verschieden, daß die drei inneren Abschnitte des kelchartigen Perigons sich nach der Blütezeit fast immer bedeutend vergrößern und die gewöhnlich dreikantige Frucht einschließen. Von den bemerkenswertesten Arten ist der in feuchten Auenwäldern meist gemeine R. sanguineus L. (R. nemorosus Schrad.) durch herzförmig-längliche untere Blätter, fast blattlose Blütenstände mit Zwitterblüten und nur einen schwielentragenden Perigonabschnitt ausgezeichnet, der auf Sandplätzen, in Saatkämpen 2c. auftretende R. Acetosella L. (Kleiner Sauerampfer) durch spießförmige Blätter, zweihäusige Blüten und zur Fruchtzeit nicht vergrößerte innere Perigonabschnitte. — Weitere bekannte Familienmitglieder sind der Buchweizen (Fagopyrum esculentum Mönch) und die Rhabarber (Arten der Gattung Rheum L.).

Unsere krautigen Chenopodiaceae (Meldengewächse) sind durch das Fehlen der Nebenblätter, kelchartiges und 5teiliges, bleibendes Perigon mit fünf Staubgefäßen und durch die krummläufige grundständige Samenknospe von den Polygoneen verschieden. Allgemein bekannte Arten sind die Runkelrübe (Beta vulgaris L) mit der Abart der Zuckerrübe (var. Rapa altissima), der Spinat (Spinacia oleracea L.) und die Unkräuter der Gattungen Gänsefuß (Chenopodium Tourn. mit Zwitterblüten) und Melde (Atriplex Tourn. mit einhäusigen Blüten).

§ 144. In der fast nur Kräuter mit kreuzweise gegenständigen einfachen, 1- oder 3nervigen, nebenblattlosen Blättern enthaltenden großen Familie der Caryophyllaceae (Nelkengewächse) ist die Blütenhülle nur bei den Paronychieen noch typisch ein kleines krautiges Perigon. In der Regel sind die Blüten mit 4- oder meist 5blätterigem Kelche und gleicher (nur selten abortierter) Krone, gewöhnlich gleichzähligen oder doppelt so vielen Staubgefäßen versehen. Der aus 2—5 Carpellen verwachsene, ebenso viele Griffel und Narben tragende Fruchtknoten ist bisweilen im Grunde unvollständig gefächert und seine Zentralplacenta trägt gewöhnlich viele krummläufige Samenknospen, bei den Paronychieen nur eine. Die Frucht ist meist eine am Scheitel mit ebenso vielen oder doppelt so vielen Zähnen resp. Klappen aufspringende Kapsel, als Fruchtblätter vorhanden sind. Außer den schon genannten, durch Scleranthus, Herniaria u. a. repräsentierten Paronychieae sind zwei hier zu berücksichtigende Unterfamilien die der Alsineae und Sileneae. Aus der durch frei- und fünfblätterigen Kelch charakterisierten Abteilung der Alsineae ist bemerkenswert Moehringia L. mit ungeteilten Kronblättern, meist drei Griffeln und daher sechsklappigen Kapseln, sowie verschieden gestalteten Samenanhängseln. Bei der auf feuchtem Waldboden meist häufigen zarten M. trinervia Clairv. mit eiförmigen, spitzen, 3—5nervigen Blättern ist die weiße Krone kürzer als der Kelch. Eine zweite Gattung Stellaria L. (Miere) unterscheidet sich von voriger durch zweiteilige (weiße) Kronblätter und nierenförmige Samen ohne Anhängsel. Von den in Wäldern vorkommenden Arten ist St. nemorum L. durch stielrunden und oberwärts zottigen Stengel, herzförmige Blätter (deren untere gestielt sind), St. Holostea L. durch kantigen kahlen

Stengel, lanzettliche sitzende Blätter und krautige Deckblätter, beide durch am Grunde abgerundeten Kelch und doppelt so lange Krone charakterisiert, während die der letzteren Art habituell ähnliche, auf sumpfigen Stellen wachsende St. uliginosa Murr. trockenhäutige Deckblätter, einen am Grunde trichterförmigen Kelch und eine diesem an Größe nachstehende Krone besitzt. Aus der durch fünf Griffel und zehnklappige Kapsel von voriger verschiedenen Gattung Cerastium L. (Hornkraut) ist C. triviale Lk. eine häufige kurzhaarige Art, gekennzeichnet durch rasenbildende aufsteigende, an den unteren Knoten wurzelnde Stengel, längliche Blätter und weiße, die ganzrandigen Kelchblätter nur wenig überragende Krone.

Die Unterfamilie der Sileneae ist durch verwachsenblätterigen fünfzähnigen Kelch unterschieden, über welchem die Blütenaxe häufig zu einer kurzen (Krone, Staubgefäße und Pistill tragenden) Säule verlängert ist. Von den hier zu erwähnenden Gattungen ist Dianthus L. (Nelke) durch von mehreren Hochblättern umgebenen krautigen Kelch, langen mit Flügelleisten versehenen Nagel der Kronblätter, zwei Griffel rc. ausgezeichnet. Die häufigsten Arten auf Blößen, Schlägen rc. sandiger Wälder sind D. deltoides L. (Delta-N.) mit lineal-lanzettlichen Blättern und einzeln am Ende der sparrigen, sehr kurz rauhhaarigen Aeste stehenden purpurroten Blüten mit gezähnten Kronblättern, sowie D. carthusianorum L. (Karthäuser-N.) mit linealischen Blättern und am Ende des einfachen kahlen Stengels büschelig gehäuften purpurnen Blüten. Silene L. (Leimkraut) unterscheidet sich durch das Fehlen der Kelch-Hochblätter und durch drei Griffel, unter ihren Arten die weichhaarige S. nutans L. durch lanzettlich-elliptische Blätter, vor dem Aufblühen überhängende Rispen mit 3—7blütigen Aesten, zehnrippigen Kelch und weiße, am Grunde der zweispaltigen Platte eine schuppenförmige Ligula tragende Kronblätter. Von ihr ist die kahle, bläulichgrüne S. inflata Sm. vorzüglich durch aufgeblasenen vielstreifigen und netzaderigen Kelch und Mangel der Ligula der Kronblätter verschieden. Die auf trockenem Waldboden wachsende Viscaria vulgaris Röhl. (Lychnis viscaria L., Pechnelke) besitzt unter den Knoten kleberig-drüsige Stengel und in quirligen Rispen stehende purpurne Blüten mit zweizähniger Ligula, fünf Griffeln und am Grunde fünffächerigem Fruchtknoten. Melandryum rubrum Garcke (Lychnis diurna Sibth., rote Lichtnelke), auf feuchtem Boden in Auenwäldern und an Waldrändern häufig, zottig weichhaarig (doch drüsenlos), ist von der Pechnelke durch völlig einfächerigen Fruchtknoten der zweihäusigen purpurroten Blüten verschieden.

4. Ordnung. Polycarpicae.

§ 145. Die meist acyclisch oder hemicyclisch gebauten oder in der Zahl der Quirle doch veränderlichen, gewöhnlich hypogynen und der Mehrzahl nach zwitterigen Blüten sind in einigen fremdländischen Familien (Lauraceae und Myristicaceae) apetal; unsere heimischen Mitglieder besitzen Kelch und Krone, wobei aber letztere bisweilen fehlschlägt oder mehr oder weniger rudimentär oder in Nektarien umgewandelt wird. Staubgefäße sind meist in großer unbestimmter Anzahl vorhanden und das Gynäceum ist gewöhnlich apokarp aus mehreren bis vielen (selten 1) monomeren Pistillen gebildet, sehr selten synkarp polymer (das letztere bei den typischen Seerosen oder Nymphaeaceae). Von den uns interessierenden Familien enthält diejenige der

Ranunculaceae (Hahnenfußgewächse) meist Kräuter, selten Sträucher (Clematis) mit in der Regel spiralig gestellten, selten gegenständigen (Clematis), verschiedengestaltigen, nebenblattlosen aber meist mit kräftiger Blattstielscheide versehenen Blättern. Ihre aktinomorphen oder zygomorphen, allermeist zwitterigen Blüten besitzen typisch fünfblätterigen Kelch und gleiche Krone, zeigen aber auch höhere Zahlen oder den Kelch bei fehlender oder zu Nektarien reduzierter Krone korollinisch entwickelt. Die zahlreichen Staubgefäße sind meist spiralig oder in mehrere alternierende Wirtel geordnet, zuweilen teilweise als Staminodien ausgebildet. Die monomeren Pistille stehen meist zu vielen spiralig geordnet auf flacher bis mehr oder weniger verlängerter Blütenaxe oder zu mehreren wirtelig, sind selten auf eines reduziert, und ihr einfächeriger Fruchtknoten enthält eine oder mehrere gegenläufige Samenknospen. Die Frucht ist meist ein Nüßchen oder eine Balgkapsel, selten eine Beere, und der Same enthält im meist hornigen Endosperm einen nur kleinen Embryo eingeschlossen. Die heimischen Gattungen lassen sich in vier Unterfamilien verteilen. Von diesen sind die

Clematideae meist kletternde oder rankende Sträucher (oder Stauden) mit kreuzweise gegenständigen, meist dreizählig zusammengesetzten oder gefiederten Blättern, kronenartigem und in der Knospe klappigem, meist vierblätterigem Kelche, fehlender Blumenkrone und zahlreichen Pistillen mit je einer hängenden Samenknospe. Aus der einzigen Gattung Clematis L. (Waldrebe) ist C. Vitalba L. ein 5—12 m hoch klimmender, in Hecken, Gebüschen und an Waldrändern andere Holzgewächse überziehender Strauch Süd- und Mitteldeutschlands (im letzteren aber in vielen Gebieten fehlend), mit bis 3 cm dicken graurindigen Stämmen, stumpf-sechskantigen gefurchten, weißgelben Zweigen und rankenden, unpaarig zwei- oder einjochig gefiederten Blättern mit gestielten herzeiförmigen oder seltener eiförmigen, spitzen, ganzrandigen oder grob gesägten bis schwach lappigen Fiedern. Die der Achsel des im Winter stehenbleibenden Blattstieles etwas eingesenkten kleinen Knospen sind von nur einer fein weißfilzigen Schuppe bedeckt. Die außen gelbgrünen, innen weißen, filzig behaarten Blüten

bilden große achsel- und endständige Trugdolden und die kleinen Nüßchen werden von dem stehenbleibenden und sich noch verlängernden, seidig-zottigen Griffel federig geschwänzt.

§ 145. Die zweite Unterfamilie der Ranunculeae (Anemoneae) enthält nur Kräuter mit spiralig gestellten und meist handförmig gelappten oder bis dreifach gefiederten Blättern. Ihr Kelch ist meist fünf-, doch auch vier- oder sechs- bis mehrblätterig, zuweilen kronenartig und dann die Krone fehlend oder zu Nektarien reduziert. Beide Blütenhüllkreise haben dachige Knospenlage. Die einzige Samenknospe des zu einem Nüßchen sich entwickelnden Fruchtknotens ist entweder im Grunde aufrecht (z. B. Ranunculus) oder aus dem Scheitel hängend (z. B. Anemone). Hierher gehört zunächst Thalictrum Tourn. (Wiesenraute) mit doppelt- oder dreizählig gefiederten Blättern und kleinen Blüten in trugdoldigen oder rispenartigen Infloreszenzen. Ihr 4—5blätteriger Kelch ist kronenartig entwickelt, die Krone fehlt und die Fruchtknoten stehen auf flachem Blütenboden. Th. aquilegiaefolium L. (akeleiblätterige W.), in schattigen Wäldern und Gebüschen wachsend, besitzt meist grünliche (auch lilafarbene) Blüten mit violetten Staubfäden und dreikantig geflügelte glatte, gestielte Früchtchen. — Anemone L. (Windröschen — die Gattung im weiteren Sinne genommen) besitzt handförmig gelappte bis fingerförmig-vielteilige grundständige Laubblätter und am blühenden Stengel einen aus meist drei ähnlichen Blättern gebildeten, in einiger Entfernung oder dicht unter der meist einzeln endständigen Blüte stehenden Wirtel von Hochblättern (Involucrum). Ihr fünfblätteriger Kelch ist kronenartig entwickelt, die Krone fehlt, die zahlreichen Pistille stehen auf halbkugeligem oder kopfigem Blütenboden. Von den zu erwähnenden Arten sind zunächst die Küchenschellen durch das von der Blüte entfernte Involucrum, die zu Nektarien umgewandelten äußeren Staubgefäße und durch den bleibenden langen, bärtig behaarten Griffel geschwänzte Nüßchen ausgezeichnet. Die gemeine K. (A. Pulsatilla L.) mit großen aufrechten, blauvioletten Blüten, die Wiesen-K. (A. pratensis L.) mit etwas kleineren nickenden, schwarzvioletten Blüten, beide mit 2—3fach fiederspaltigen Blättern mit linealischen Zipfeln, sind die in sandigen Kiefernhaiden am häufigsten vorkommenden Arten. Von ihnen unterscheiden sich die echten Anemonen durch ungeschwänzte Nüßchen und normale äußere Staubgefäße. Zu letzteren gehören A. nemorosa L. (weiße Osterblume) mit meist weißen und außen rötlichen, kahlen Kelchblättern und A. ranunculoides L. (gelbe O.) mit dottergelben, unterseits behaarten Kelchblättern, beide mit meist einzelnem (oft fehlendem) handförmig-dreizähligem, langgestieltem Grundblatte und in humosen Laubwäldern häufig. Eine dritte Artengruppe wird durch das Leberblümchen (A. Hepatica L.) repräsentiert, dessen grundständige Blätter dreilappig (Lappen ganzrandig) sind, während die kleinen einfachen, ganzrandigen Involucralblätter so dicht unter der blauen Blüte stehen, daß sie scheinbar eine Art Kelch darstellen. Im Blütenbau 2c. gleicht es der voraufgehenden Gruppe. — Ranunculus L. (Hahnenfuß) besitzt Kelch und Krone, beide meist fünfblätterig, die Kronblätter durch ein am Grunde meist innerhalb eines ölartigen Fleckens liegendes und gewöhnlich mit einer Schuppe bedecktes Nektarium ausgezeichnet. Von den wichtigsten waldbewohnenden echten und zugleich durch tief handförmig gelappte Blätter ausgezeichneten, gelbblütigen Ranunkeln besitzt R. polyanthemos L. gefurchte Blütenstiele und zudem (unten abstehend, oben angedrückt) behaarte Stengel und kurz hakenförmig geschnäbelte Frucht, während R. acer L. mit unten angedrückt behaarten Stengeln und weichhaarigen Blattstielen, sowie R. lanuginosus L. mit abstehend-rauhhaarigen Stengeln und Blattstielen und der fast kahle aber durch sammethaarige Nüßchen charakterisierte R. auricomus L. ungefurchte Blütenstiele haben. Die Frühlingsblüten der letzteren Art besitzen in der Regel eine verkümmerte Krone. R. Ficaria L. (Scharbockskraut, Feigwurz) endlich ist durch dreiblätterigen Kelch, acht- und mehrblätterige Krone, namentlich aber durch herznierenförmige ungeteilte Blätter, knollenförmige Wurzeln, sowie durch Achselknospen ausgezeichnet, welche mit ihrer knollig entwickelten ersten Adventivwurzel kleine getreidekornähnliche, sich leicht loslösende Brutknöllchen darstellen.

§ 146. Die dritte Unterfamilie der Helleboreae ist von den voraufgehenden durch den an der Bauchnaht in zwei Reihen viele Samenknospen tragenden und sich zur Balgkapsel entwickelnden Fruchtknoten unterschieden und zudem durch kronenartig ausgebildeten fünf- oder mehrblätterigen Kelch ausgezeichnet. Die in Waldsümpfen nicht seltene Caltha palustris L. (Dotterblume) besitzt einen fünfblätterigen hinfälligen, goldgelben Kelch, keine Krone und meist 5—10 Pistille, dazu rundlich-herzförmige Blätter. Der auf feuchten Waldwiesen wachsende ranunkelartige Trollius europaeus L. (Trollblume) ist durch handförmig-fünfteilige Blätter, fünf- bis vielblätterigen hellgelben Kelch, eine in kleine linealische Nektarien umgebildete Krone und zahlreiche Pistille verschieden. Die in Wäldern besonders auf Kalkboden zerstreut vorkommende Akelei, Aquilegia vulgaris L., trägt doppelt-dreizählige Blätter und große nickende, violette Blüten mit fünf schief trichterförmigen Kronblättern, welche zwischen den gleichfarbigen Kelchblättern abwärts in einen langen hakenförmigen Sporn auslaufen. Aconitum L. (Eisenhut) endlich ist von den voraufgehenden Gattungen verschieden durch zygomorphe Blüten mit großem helmförmigem hinterem (oberem) fünften Kelchblatte, in welchem zwei zu steckenpferdartigen Nektarien umgebildete Blätter der sonst sehr rudimentären Krone verborgen sind. Von den heimischen Arten sind das schwefelgelb blühende A. Lycoctonum L. und das veränderliche dunkelblaublütige A. Napellus L. in Bergwäldern die häufigsten. Die letzte anzuführende Art, welche oft auch zur Unterfamilie der Paeonieae (bekannt

durch die Päoni en oder Pfingstrosen der Gärten) gezogen wird, ist das in schattigen Laub- und besonders in Gebirgswäldern zerstreut auftretende Christophskraut (Actaea spicata L.) mit meist dreizählig-doppelt-gefiederten Blättern und Trauben gelblichweißer Blüten mit meist vierblätterigem Kelche, gleichzähliger Krone und nur einem zur schwarzen Beere werdenden Pistill.

§ 147. Die den Ranunculaceen verwandten Magnoliaceae sind Holzgewächse mit spiralig gestellten ungeteilten, selten gelappten Blättern und meist auch großen Nebenblättern. Ihre meist einzeln achselständigen ansehnlichen Blüten besitzen einen dreiblätterigen Kelch, sechs- oder mehrblätterige Krone, zahlreiche Staubgefäße und Pistille, die letzteren beiden oder alle Blütenglieder fortlaufend spiralig gestellt. Kultiviert werden bei uns der nordamerikanische Tulpenbaum (Liriodendron tulipifera L.) und Arten der Gattung Magnolia.

Als dritte Familie der Polycarpicae sind die Berberidaceae (Sauerdorngewächse) zu erwähnen, welche durch zwitterige cyclische Blüten mit Kelch, Krone und Staubgefäßen in je zwei zwei- oder dreigliederigen Wirteln, durch nur ein monomeres Pistill mit mehreren wandständigen, gegenläufigen Samenknospen, sowie dadurch charakterisiert sind, daß ihre Antheren sich meist durch zwei von unten nach oben sich ablösende Klappen öffnen. Von den sehr verschiedene Tracht zeigenden Gattungen ist für uns nur wichtig

Berberis L. (Sauerdorn, Berberitze). Sie enthält Sträucher mit gelbem Holze und spiralig gestellten, einfachen oder gefiederten, oft dornig-gezähnten oder in einfache oder geteilte Dornen umgewandelten Blättern. Die meist Trauben bildenden Blüten sind in der Regel in allen Wirteln dreigliederig. Der mehr oder weniger kronenartige Kelch besteht aus 6—12, die nicht viel größere Krone aus sechs Blättern und die letzteren besitzen am Grunde meist zwei fleischige Nektarien. Die sechs den Kronblättern im Bogen anliegenden Staubgefäße sind an der Basis ihrer breiten Filamente durch Berührung reizbar und legen sich infolge solchen Reizes dem Gynäceum an. Letzteres trägt eine schildförmige Narbe, auf fast grundständiger Placenta nur wenige Samenknospen und entwickelt sich zur Beere, deren Samen fleischiges Endosperm und einen großen Embryo führen. — Die bei uns in Hecken, an Waldrändern ꝛc. wachsende, strauchige, im Mai und Juni blühende B. vulgaris L. entwickelt rutenförmige, bogig überneigende, kantige, kahle, hell gelblichgraue Langtriebe mit in 3—5teilige und nach oben zuletzt einfache gelbe Dornen umgewandelten Blättern. In den Achseln dieser Dornen steht je ein Kurztrieb mit vielen büschelig gedrängten und kurz gestielten, meist länglich-verkehrt-eiförmigen, wimperig gesägten, kahlen Blättern, welche im Herbste die Blattstielbasen um die kleine nackte Endknospe des Kurztriebes stehen lassen. Die ziemlich reichblütigen Trauben sind hängend, die gelben Blüten glockig. Die hochroten länglichen Beeren bleiben den Winter über an den Zweigen hängen.

5. Ordnung. Rhoeadinae.

§ 148. Die fast stets zwitterigen cyclischen Blüten dieser Ordnung sind in allen Wirteln meist zweigliederig gebaut und zeigen nur in den Familien der Papaveraceae und Capparidaceae eine Vermehrung der Staubgefäße und der Carpellblätter des stets synkarpen oberständigen und wandständige Placenten besitzenden Fruchtknotens. Von den für uns nur Bodenflora repräsentierenden Familien enthält diejenige der

Cruciferae (Kreuzblütler) Kräuter (selten Halbsträucher: Levkoy, Goldlack) mit meist spiralig gestellten nebenblattlosen Blättern und in der Regel traubigen Blütenständen ohne Tragblätter der actinomorphen oder schwach zygomorphen Einzelblüten. Letztere besitzen vier kreuzweise gegenständige Kelchblätter und vier mit denselben alternierende aber nur einen Wirtel bildende und meist genagelte Kronblätter. Von den sechs Staubgefäßen sind die zwei des äußeren Kreises kürzer als diejenigen des durch Verdoppelung (§ 98) vierzähligen inneren Wirtels (viermächtige Staubgefäße). Zwischen den Staubgefäßen finden sich auf dem Blütenboden häufig verschieden gestaltete Nektarien. Der Fruchtknoten besitzt zwei an den verwachsenen Rändern der beiden Fruchtblätter verlaufende Placenten, welche die gewöhnlich krummläufigen Samenknospen in zwei alternierenden Reihen tragen. Durch eine zwischen den Placenten ausgespannte dünnhäutige Gewebeplatte (falsche Scheidewand, weil nicht von den Fruchtblatträndern gebildet) wird der Fruchtknoten zweifächerig. Bei der Fruchtreife lösen sich die beiden Carpelle als Klappen von unten nach oben von den Placenten ab und letztere bleiben, die falsche Scheidewand säumend, samt den meist erst später abfallenden endospermfreien Samen stehen. Die Frucht wird als Schote (siliqua) bezeichnet, wenn sie vielmals länger als breit ist (so beim Kohl = Brassica), als Schötchen (silicula), wenn ihr Längendurchmesser wenig größer oder gleich dem Breitendurchmesser ist. Steht bei einem seitlich zusammengedrückten Schötchen die falsche Scheidewand im größten Breitendurchmesser, so ist es latisept (Draba, Alyssum), angustisept dagegen, wenn die Scheidewand im kleinsten Breitendurchmesser steht (Thlaspi, Capsella). Bisweilen gliedert sich eine Schote noch durch falsche Querwände in einsamige Abteilungen und zerfällt dann bei der Reife in einsamige Stücke (Gliederschote: Rettich = Raphanus sativus). Selten bleibt ein dann meist ein- oder wenigsamiges Schötchen bei der Reife normal geschlossen (Waid = Isatis tinctoria). Wichtig für die Systematik ist endlich die Gestalt des stets gekrümmten Embryos, dessen Würzelchen entweder wie beim Goldlack (Cheiranthus Cheiri) an der Kante

beider, oder wie bei Sisymbrium auf dem Rücken des einen der beiden flach aneinander liegenden Keimblätter, oder in einer Rinne der beiden dachförmig gefalteten Cotyledonen liegt (Brassica). Selten ist auch der ganze Embryo spiralig gerollt (Bunias) oder seine Cotyledonen sind doppelt auf- und abwärts gefaltet (Senebiera).

Als auffallendere Repräsentanten aus der Waldflora sind aus der Abteilung der schotenfrüchtigen Cruciferen zu erwähnen: Cardamine L. (Schaumkraut) mit nervenlosen Schotenklappen, in jedem Fache einreihigen Samen und flachen Keimblättern. C. impatiens L. mit vielpaarig fiederschnittigen Blättern, pfeilförmig geöhrelten Blattstielen, kleinen weißen (oft fehlenden) Kronblättern und bei Berührung elastisch aufspringenden Schoten ist Bewohnerin schattiger humoser Laubwälder, in denen an nassen Stellen auch die bekannte groß und blaßrot blühende C. pratensis L. vorkommt. Dentaria Tourn. (Zahnwurz) ist von voriger Gattung durch die sich mit den Rändern umgreifenden Keimblätter verschieden, die in schattigen Laubwäldern heimische D. bulbifera L. durch gefiederte (aufwärts am Stengel ungeteilte), in den Achseln schwarze Brutzwiebeln entwickelnde Blätter und blaßrote Blüten charakterisiert. Die nach Knoblauch riechende weißblütige Alliaria officinalis Andr. (Sisymbrium Alliaria L.) besitzt ungeteilte nieren- bis (die oberen) herzförmige, geschweift-gekerbte Blätter und dreinervige Schotenklappen. — Als auffallendste Form der schötchenfrüchtigen Cruciferen mit breiter Scheidewand ist Lunaria rediviva L. (Mondviole) zu bezeichnen. Sie trägt tief-herzförmige, gezähnte Blätter, lilafarbene Blüten und elliptisch-lanzettliche, bis 6 cm lange und 2 cm breite Schötchen, deren silberweiße Scheidewände lange an der Pflanze stehen bleiben.

§ 149. Von den Cruciferen ist die zweite Familie der

Fumariaceae (Erdrauchgewächse) verschieden durch stark zygomorphe Blüten mit zweiblätterigem hinfälligem Kelche. Dazu besteht die Krone aus zweiblätterigen Wirteln, von denen das eine (selten beide) äußere Blatt gespornt ist, und die Staubgefäße sind in zwei seitliche und einander gegenüberstehende Bündel derart verwachsen, daß jedes aus einem vollständigen Gliede mit normaler Anthere und aus zwei rechts und links von diesem stehenden Gliedern mit nur halben Antheren gebildet wird. Der vollkommen einfächerige, aus zwei Carpellen verwachsene Fruchtknoten trägt auf Parietalplacenten eine bis viele gegenläufige Samenknospen und entwickelt sich zur zweiklappigen schötchenartigen mehrsamigen Kapsel (Corydalis) oder zum einsamigen Nüßchen (Fumaria). Der bisweilen mit Anhängseln versehene Same enthält im fleischigen Endosperm einen kleinen geraden oder nur schwach gekrümmten Embryo. Unsere Arten sind zarte, zerbrechliche, blaugrüne Kräuter mit wechselständigen, 2—3fach-fiederschnittigen oder (Corydalis) dreizählig-fiederschnittigen, bisweilen (Fumaria) rankenden Blättern und in Trauben stehenden Blüten. Die schon von März bis Mai blühenden waldbewohnenden Arten der Gattung Corydalis DC. (Lerchensporn) zeichnen sich außer durch die bereits angegebenen Merkmale noch durch kugelig-knollenförmigen Wurzelstock aus, der bei der meist trüb-purpurblütigen C. cava Schw. et. K. hohl, bei der ähnlichen aber auch durch fingerförmig geteilte Deckblätter verschiedenen C. solida Sm. nicht hohl ist. Die viel kleinere C. intermedia Mérat besitzt soliden Wurzelstock und ungeteilte Deckblätter.

Als letzte Familie dieser Ordnung sind die

Papaveraceae (Mohngewächse) gekennzeichnet als Milchsaft führende Kräuter mit meist einzeln endständigen aktinomorphen und gewöhnlich ansehnlichen Blüten. Ihr in der Regel zweiblätteriger Kelch wird schon beim Oeffnen der meist aus zwei zweiblätterigen Kreisen gebildeten Krone abgeworfen. Die meist zahlreichen Staubgefäße sind unter sich völlig frei. Der völlig einfächerige (Chelidonium) oder durch die plattenartig vorspringenden Placenten mehrkammerige (Papaver) oder nach Art der Cruciferen durch häutige falsche Scheidewand zweifächerige (Glaucium) Fruchtknoten ist bald aus zwei (Chelidonium, Glaucium), bald aus 4—15 Carpellen gebildet (Papaver), denen die Zahl der wandständigen Placenten und meist sitzenden Narben entspricht. Die zahlreichen Samenknospen sind gegenläufig, die Samen besitzen ein öliges Endosperm mit kleinem Embryo. Das in Gebüschen, an Waldrändern und Hecken wachsende Schöllkraut, Chelidonium majus L. ist kenntlich durch orangegelben Milchsaft, fiederschnittige Blätter mit rundlichen Lappen, gelbblütige Dolden und schotenförmige zweiklappige Kapseln.

6. Ordnung. Cistiflorae.

§ 150. Vorherrschend cyclische Blüten, in dem in der Knospe dachigen Kelche wie in der Krone der Regel nach fünfzählig, mit gleicher oder doppelter Zahl oder sehr häufig infolge von Verzweigungen zahlreichen Staubgefäßen und stets oberständigem, aus 3—5 Carpellen gebildetem, ein- oder mehrfächerigem (doch nie falsche Scheidewände zeigendem) Fruchtknoten mit wandständigen oder axilen Placenten bilden den Charakter dieser Ordnung. Zu derselben gehören außer den hier nur dem Namen nach zu erwähnenden Resedaceae (Reseda), Droseraceae (Drosera = Sonnenthau), sowie den durch die Camellien (Camellia) und den Theestrauch (Thea) bemerkenswerten Ternstroemiaceae die folgenden Familien:

Cistaceae (Cistrosengewächse), Holzgewächse und (seltener) Stauden enthaltend, welche häufig drüsig oder weich behaart sind, meist gegenständige einfache und ganzrandige Blätter

mit Nebenblättern und aktinomorphe Zwitterblüten besitzen. Von den fünf Kelchblättern der letzteren sind die zwei äußeren oft kleiner oder auch unterdrückt. Die fünfblätterige Krone ist sehr hinfällig, die zahlreichen auf dem Blütenboden stehenden Staubgefäße sind unter sich frei und der aus drei oder fünf Carpellen gebildete mehr- oder einfächerige Fruchtknoten zeigt eben so viele Placenten mit zwei- oder mehr geradläufigen Samenknospen, doch nur einen Griffel. Die Frucht ist eine Kapsel mit endospermhaltigen und meist einen gebogenen oder spiralig gerollten oder doppelt gefalteten Embryo einschließenden Samen. Aus der hauptsächlich den Mittelmeerländern angehörenden Familie ist bei uns nur die Gattung Helianthemum Tourn. (Sonnenröschen) vertreten, die sich durch einen aus drei Carpellen gebildeten völlig einfächerigen Fruchtknoten mit drei Parietalplacenten ausgezeichnet. Die häufigste Art ist H. Chaemaecistus Mill. (H. vulgare Gärtn.), ein auf sonnigen Hügeln und Haiden, an Waldrändern wachsender niederliegender Halbstrauch mit eiförmigen bis linealisch-länglichen, meist nur schwach oder selten unterseits filzig behaarten Blättern und zitronengelben Blüten.

Die zweite Familie der Hypericaceae (Johanniskrautgewächse) unterscheidet sich von voriger vorzüglich durch die am Grunde in drei oder fünf Bündel verwachsenen zahlreichen Staubgefäße und dementsprechend aus drei oder fünf Carpellen mit drei oder fünf Griffeln gebildeten einfächerigen oder unvollständig (selten völlig) drei- oder fünffächerigen Fruchtknoten mit gegenläufigen Samenknospen. Bei uns ist nur die Gattung Hypericum L. (Johanniskraut) vertreten: meist Kräuter mit gegenständigen nebenblattlosen, sitzenden, ungeteilten, ganzrandigen, drüsig-punktierten Blättern und gelben Blüten in einfachen oder zusammengesetzten, dekussiert-ästigen und gewöhnlich reichblütigen Rispen. Von den waldbewohnenden, aufrecht wachsenden Arten besitzt H. perforatum L. zweikantige Stengel mit oval-länglichen Blättern und ganzrandigen drüsenlosen, lanzettlichen, spitzen Kelchblättern; das ähnliche H. quadrangulum L. vierkantige Stengel und elliptische, stumpfe Kelchblätter; das kahle H. montanum L. und das weichhaarige H. hirsutum L. zeichnen sich durch am Rande drüsig-gesägte oder -gefranste Kelchblätter aus.

Von den in sehr verschiedener Tracht erscheinenden Violaceae (Veilchengewächse), die sich durch Nebenblätter, nur fünf freie Staubgefäße und aus drei Carpellen gebildeten einfächerigen Fruchtknoten mit drei wandständigen Placenten, zahlreichen gegenläufigen Samenknospen und nur einem Griffel kennzeichnen, ist bei uns nur die Gattung Viola L. (Veilchen) heimisch: meist Kräuter mit häufig sehr verkürzter und bisweilen Ausläufer treibender Axe, spiralig gestellten Blättern mit Nebenblättern und in der Regel einzeln achselständigen Blüten mit zwei Vorblättern. Die fünf fast gleichgroßen Blätter des Kelches tragen am Grunde ein rückwärts gerichtetes Anhängsel. In der zygomorphen fünfblätterigen Krone ist das untere unpaare größte Blatt mit einem rückwärts verlängerten Sporn versehen oder doch stark ausgesackt. Von den fünf um das Pistill dicht zusammengestellten Staubgefäßen mit fast sitzenden und über den Fächern einen großen häutigen Connectiv-Fortsatz tragenden Antheren besitzen die zwei unteren auf dem Rücken des Connectivs je ein spornartiges und in den Sporn des Blumenblattes hineinragendes Nectarium. Die Narbe des meist gekrümmten Griffels ist verschiedengestaltig, die Frucht eine dreiklappige Kapsel mit auf der Mittellinie der Klappen verlaufenden Placenten und die ein fleischiges Endosperm führenden Samen zeigen am Nabel ein Anhängsel. Die Gattung ist ferner dadurch bemerkenswert, daß bei gewissen Arten (V. odorata, canina, mirabilis) außer den der Fremdbestäubung durch Insekten angepaßten groß- und buntkronigen ersten Blüten später noch kleine zur Selbstbestäubung befähigte und meist allein fruchtbare, sich nicht öffnende kronenlose Blüten vorhanden sind (kleistogame Blüten[235]). Die in einzelnen Abteilungen schwierig abzugrenzenden Arten haben neuerdings vielfache Vermehrung durch Abtrennung einzelner Formen und genauere Kenntnis der vielen Bastarde erfahren[236]). Für unsere Zwecke genügen die alten Artenumgrenzungen. Darnach können zuerst unterschieden werden: kurzachsige Pflanzen mit dicht gedrängten grundständigen Blättern und aus den Blattachseln vortretenden grundständigen Blütenstielen, wie bei dem zugleich durch erst im nächsten Jahre blühende Ausläufer charakterisierten wohlriechenden V. (V. odorata L.) mit herz- bis nieren-eiförmigen, fein behaarten Blättern und nicht drüsigen Nebenblättern. Ihnen gegenüber stehen die Arten mit gestreckten beblätterten (und keine Ausläufer entwickelnden) Stengeln, zu denen gehören: V. silvestris Lam. (Waldveilchen) mit niederliegenden und aufstrebenden Stengeln, tief herz- oder fast nierenförmigen kurzgespitzten Blättern und länglichen, spitzen Kapseln. Der nicht ausgerandete Kronensporn ist mit der Krone gleichfarbig hellblau; doch kommt auch eine (oft als Art betrachtete) var. Riviniana Reichb. mit ausgerandetem weißem Sporn vor. V. canina L. (Hundsveilchen) unterscheidet sich von voriger Art durch aus herzförmigem oder fast gestutztem Grunde länglich-eiförmige Blätter, gelblichweißen Sporn der gesättigt blauen Blüten und abgestutzte, stumpfe Kapseln. V. mirabilis L. ist durch aufrechte und einreihig behaarte Stengel und breit-herzförmige (unten fast nierenförmige) Blätter gekennzeichnet.

---

235) H. Müller, Ueber d. Befruchtung d. incompleten Blumen einiger Viola-Arten; Bot. Zeit. 1857, S. 729, Taf. 11.

236) Vgl. u. a. Krause, Beschreibung d. im mittleren Norddeutschl. vorkommenden Waldveilchen; Berichte d. deutsch. bot. Gesellsch. V. 24.

Die letzte Familie der Tamaricaceae (Tamarisken) ist durch aktinomorphe 4—5zählige Blüten und vier, fünf oder zehn freie oder am Grunde kaum verbundene (Tamarix) oder mehr oder weniger hoch zu einer Röhre verwachsene (Myricaria) Staubgefäße, durch einen meist aus 3—4 Carpellen gebildeten einfächerigen Fruchtknoten und durch endospermfreie, von einem Haarschopf gekrönte Samen ausgezeichnet. Myricaria germanica Desv. (Deutsche T., T. germanica L.), die einzige deutsche, von den Alpenthälern abwärts bis ins obere Rhein- und Donaugebiet im Kiese der Flußufer und auf Sandbänken vegetierende Art, ist ein bis 2 m hoher haideartiger, besenförmiger Strauch mit ruthenförmigen, gelbgrünen bis purpurnen Aesten, kleinen schuppenförmig-lineal-lanzettlichen, dachziegeligen, fleischigen, blaugrünen Blättchen, kleinen blaß-rosenroten Blüten in endständigen Aehren und pyramidal-dreikantigen Kapselfrüchten.

7. Ordnung. Columniferae.

§ 151. Die cyclischen Blüten dieser Ordnung besitzen einen meist 5gliederigen und in der Knospe fast ausnahmslos klappigen Kelch, und eine gleichfalls 5gliederige Krone mit gerollter Knospenlage. Ihre ursprünglich zwei Wirtel bildenden Staubgefäße sind fast immer verzweigt und außerdem noch bündelweise (Tiliaceae) oder insgesamt zu einer Röhre verwachsen (Malvaceae), mit normalen 2hälftigen (Tiliaceae) oder durch Spaltung mit nur halben Antheren versehen (Malvaceae). Der oberständige, aus zwei bis zahlreichen Carpellen gebildete Fruchtknoten ist fast immer synkarp und vollständig gefächert.

Außer den tropischen Sterculiaceen gehören hierher nur die beiden auch bei uns heimischen, in ihren auffallendsten Unterschieden oben bereits charakterisierten Familien der Tiliaceae und Malvaceae. Von diesen sind die

Tiliaceae (Lindengewächse)[237]) meist Holzgewächse mit in der Regel wechselständigen, gewöhnlich auch einfachen, ganzrandigen oder gezähnten, oft handnervigen Blättern mit meist kleinen und hinfälligen Nebenblättern. Die aktinomorphen und fast ausnahmslos auch zwitterigen Blüten zeigen einen großen Wechsel in den Infloreszenzen, dem Bau des Andröceums rc., so daß wir uns hier auf die folgende einzige heimische Gattung beschränken müssen. Der gewöhnlich 2—5fächerige Fruchtknoten trägt allermeist nur einen einfachen Griffel und die Samen der verschiedenartigen Früchte enthalten fleischiges Endosperm.

Tilia L. (Linde)[238]) umfaßt Bäume mit zweizeilig abwechselnden und ziemlich lang gestielten, am Grunde meist schief herzförmigen, gesägten Blättern mit handförmiger Nervatur, bei welcher jedoch die Mittelrippe stärker entwickelt und fiederig verzweigt ist, die übrigen Hauptrippen nur nach auswärts starke Seitennerven abgeben, alle parallel laufenden Seitennerven in kurzen Abständen durch rechtwinkelig abgehende Nerven dritter Ordnung verbunden sind. Die zungenförmigen Nebenblätter sind sehr hinfällig. Die Jahrestriebe besitzen keine echte Gipfelknospe (Note 232). Die ziemlich langgestielten Blütenstände sind drei- oder mehrblütige Trugdolden, die mit Gipfelblüte endigen und deren Zweige die Achselsprosse unterhalb der Gipfelblüte stehender hinfälliger Hochblättchen sind. Das dem Blütenstandsstiele etwa zur Hälfte (mehr oder weniger) flügelartig angewachsene häutige, netzaderige Blatt („Flügelblatt“, fälschlich Deckblatt genannt) ist das eine mächtig entwickelte Vorblatt der Infloreszenz, das zweite klein und schuppenförmig bleibende Vorblatt trägt in seiner Achsel die am Grunde jedes Blütenstandes bemerkbare und für den nächsten Jahrestrieb bestimmte Winterknospe, als deren äußerste Knospenschuppe es erscheint. Kelch und Krone sind 5blätterig, ersterer mit grubigen Nektarien auf der Oberseite der Blätter und klappiger, letztere mit dachiger Knospenlage. Von den beiden Staubblattkreisen ist nur der epipetale ausgebildet; seine fünf Anlagen sind aber in zahlreiche ganz freie Glieder verzweigt, die entweder alle fruchtbar sind (einheimische Linden) oder

237) Szyszylowicz, Zur Systematik d. Tiliaceen; Engler's bot. Jahrb. VI. 427.

238) Bayer, Monographia Tiliae generis; Verhandl. der zool.-bot. Gesellsch. zu Wien 1862, S. 1.

von denen die fünf innersten Glieder zu blumenblattartigen Staminodien (Nebenkrone) umgebildet werden (T. argentea, alba, americana). Die Antheren sind bald nicht oder nur teilweise, bald vollständig gespalten. Der Fruchtknoten besitzt im Innenwinkel jedes seiner fünf Fächer zwei aufsteigende Samenknospen und sein einfacher Griffel trägt eine 5zähnige Narbe. Die Frucht ist eine durch Fehlschlagen einfächerige und einsamige (bisweilen zweisamige) Nuß mit harter Schale und braunhäutigem, mit langem Nabelstrange befestigtem Samen, dessen vom Endosperm ganz eingeschlossener Embryo breite, fast gelappte, doppelt faltig-geknickte Cotyledonen besitzt, welche bei der Keimung als laubige, gestielte, handförmig gelappte Blätter über den Boden treten.

Die beiden bei uns vorkommenden (der im ganzen zehn) Arten gehören in die Untergattung der Pentapetalae Döll (Haplopetaloideae Bayer) mit radförmig ausgebreiteter Krone, ca. 20—40 Staubgefäßen mit nicht oder nur unvollständig getrennten Antherenhälften und ohne Staminodien. Zudem besteht die Behaarung der Blätter (wenn überhaupt vorhanden) aus einfachen Haaren.

§ 152. T. ulmifolia Scop. (T. europaea L. z. T., T. parvifolia Ehrh.; kleinblätterige L., Winterlinde) erreicht in dem anfänglich mit ziemlich glatter und dunkel rotbrauner Rinde, im Alter mit tief (eichenartig) rissiger Borke bekleideten und einen leicht bandartig-faserig spaltbaren Bast entwickelnden Stamme bis 26 m Höhe, doch nicht die Stärke der folgenden Art. Die schlanken, etwas hin und hergebogenen einjährigen Langtriebe der im freien Stande tief angesetzten umfangreichen Krone sind glänzend gelb- bis rotbraun und mit rundlichen Lenticellen zerstreut besetzt. Die zweizeilig schief über den dreispurigen Blattnarben abstehenden, von zwei mehr oder weniger ungleich großen, kahlen, glänzend grün- bis rotbraunen Schuppen eingeschlossenen Knospen sind eiförmig und etwas zusammengedrückt. Die von einem meist 1½—3 cm langen Stiele getragene, schief herzförmig-rundliche und zugespitzte, scharf gesägte Blattspreite ist 3½—7 cm lang und fast ebenso breit, oberseits dunkelgrün und kahl, unterseits blaugrün und in den Aderachseln rostgelb bärtig. Ihre nach oben gerichteten Trugdolden sind etwa von der Länge des zugehörigen Staubblattes, wiederholt verzweigt und daher 5—11blütig, die länglichen konkaven, gelblichen Kelchblätter der im Juni oder Juli sich öffnenden Blüten innen und am Rande seidenfilzig, die aus verschmälertem Grunde länglichen, stumpfen Kronblätter gelblichweiß, der kugelig-eiförmige Fruchtknoten filzig behaart, die Läppchen der Narbe zuletzt wagrecht ausgebreitet. Die reif rostbraunen und fein filzigen, dünnschaligen, verkehrteiförmigen, meist etwas schiefen und durch die Griffelbasis gespitzten Früchte sind nur schwach 5kantig resp. -rippig. Im übrigen ist die Winterlinde nach Größe, Zuspitzung ꝛc. der Blätter, nach Länge, Grad des Herablaufens ꝛc. des Flügelblattes des Blütenstandes u. s. w. sehr variabel.

Die horizontale Verbreitung der Art geht von Rußland, wo sie als waldbildender Baum das Maximum ihres Vorkommens erreicht, westwärts bis Nordspanien, nordwärts bis Finnland und Skandinavien, südwärts bis Unteritalien, doch sind ihre Grenzen wegen der öfteren Vereinigung mit der folgenden Art schwer sicher festzustellen. Sie kommt ferner im westlichen Sibirien vor. Im Baierwalde geht sie aufwärts bis 614 m, in Tirol bis 1200 m.

T. platyphylla Scop. (T. europaea L. z. T., T. grandifolia Ehrh.; großblätterige L., Sommerlinde), in ihren Formen ebenso veränderlich wie die Winterlinde, im Winterzustande kaum an den dickeren Zweigen und größeren Knospen erkennbar, unterscheidet sich von letzterer durch meist größere und weichere, beiderseits rein grüne und weichhaarige und außerdem in den Aderachseln meist weißbärtige Blätter und nur 2—5blütige hängende Trugdolden, welche oft kürzer als das Laubblatt sind, durch etwas größere und 10—14 Tage früher sich öffnende Blüten mit aufrechten Narbenlappen und größere hartschalige, deutlich 5kantige und -rippige Früchte. Dazu zeigt sie bei höherem

Alter mächtigeren Wuchs und stärkeren Stamm von bis 17 m Umfang. Wildwachsend ist sie durch Südeuropa (bis Mitteldeutschland), mit dem Maximum in Südrußland, bis in die Kaukasusländer verbreitet; im Gebirge geht sie höher als die Winterlinde, im Baierwalde bis 947 m.

§ 152. Die Malvaceae (Eibischgewächse) als zweite Familie der Columniferen enthalten Kräuter (so unsere Arten) und Holzgewächse mit meist handnervigen und häufig auch handförmig eingeschnittenen oder gelappten, in der Knospe fächerförmig gefalteten Blättern mit (oft sehr unscheinbaren) Nebenblättern. Der Kelch ihrer oft ansehnlichen und häufig noch von einer frei- oder verwachsenblätterigen Hülle (Außenkelch) aus Hochblättern gestützten Blüten ist meist mehr oder weniger verwachsenblätterig und bleibend. Die in der Knospe dachige und gedrehte fünfblätterige Krone ist an der Basis mit dem Andröceum verwachsen, so daß beide gemeinsam abfallen und letzteres besteht allermeist (so auch bei unseren Arten) aus fünf zu einer den Griffel einschließenden Röhre verwachsenen Gliedern, die sich erst oben in zahlreiche freie jedoch je nur eine halbe Anthere tragende Aeste verzweigen. Der meist syncarp aus vielen Carpellen bestehende Fruchtknoten besitzt pro Fach nur eine (Malva, Althaea) oder zwei bis zahlreiche Samenknospen und trägt einen meist in so viele Aeste, als Fruchtknotenfächer vorhanden, geteilten Griffel. Die Frucht ist eine Kapsel; oder sie spaltet sich (z. B. bei Malva, Althaea) in so viele einsamige Schließfrüchte, als sie Fächer besitzt. Die Samen führen nur wenig oder kein Endosperm. Für uns ist nur die Gattung Malva L. (Malve, Käsepappel) bemerkenswert, die sich durch dreiblätterigen Außenkelch, fünfspaltigen Kelch und zahlreiche zu einem scheibenförmigen Körper vereinigte nierenförmige Schließfrüchte auszeichnet. Die an Waldrändern und in Gebüschen zerstreut auftretende aufrechte, rauhhaarige M. Alcea L. besitzt handförmig fünf- oder (die oberen) dreiteilige Stengelblätter mit fast rhombischen grob gezähnten Abschnitten und große rosenrote Blüten.

8. Ordnung. Gruinales.

§ 153. Die meist aktinomorphen, selten (Balsaminaceae) zygomorphen Blüten sind in der Regel in allen Kreisen fünfzählig. Das obdiplostemonische Andröceum (§ 98) zeigt zwei fünfgliederige Kreise, doch sind die Kronstaubfäden bisweilen in Staminodien umgewandelt oder (bei den Balsaminaceae) unterdrückt. Der oberständige Fruchtknoten ist fast stets fünffächerig, seine Fächer sind den Kronblättern gegenübergestellt und die Samenknospen derart hängend, daß die Mikropyle nach innen und oben gekehrt ist. Diskusbildungen (wie in der verwandten, hier aber nicht zu berücksichtigenden Ordnung der Terebinthineae: Rhus, Ailanthus) sind in der Blüte nicht vorhanden, Frucht- und Samenbildung nach Familien verschieden. Von letzteren ist diejenige der Linaceae (Linum usitatissimum L., Flachs) nur mit Namen anzuführen. Von den übrigen sind die

Geraniaceae (Storchschnabelgewächse) meist Kräuter mit handförmig gelappten oder geteilten, seltener (Erodium) gefiederten Blättern mit Nebenblättern. Die einzeln stehenden oder arm- bis reichblütige Trugdolden bildenden Blüten zeigen fünfblätterigen Kelch, fünfblätterige und in der Knospe meist gedrehte Krone und zehn Staubgefäße, die in der Gattung Geranium meist alle fruchtbar sind, während bei Erodium die Kronstaubfäden zu Staminodien werden. Der Fruchtknoten ist über die fünf mit je zwei Samenknospen versehenen Fächer hinaus in einen langen Schnabel verlängert, der auf der Spitze die fünf Griffel trägt. Bei der Fruchtreife lösen sich die fünf Fächer als eben so viele durch Abort einsamige Früchtchen samt dem entsprechenden über ihnen stehenden Schnabelteile von einer gemeinsamen stehenbleibenden Mittelsäule des Gynäceums ab, wobei sich die grannenartige Verlängerung des Fruchtfaches entweder einfach bogig aufwärts krümmt (Geranium) oder zugleich am Grunde spiralig einrollt (Erodium). Die Samen sind ohne Endosperm. — Von den waldbewohnenden Arten der oben schon unterschiedenen Gattung Geranium L. (Kranich- oder Storchschnabel) ist die häufigste das abstehend drüsig behaarte G. Robertianum L. (stinkender K.) mit meist roten ästigen Stengeln, drei- oder fünfzählig zusammengesetzten Blättern mit gestielten doppeltfiederspaltigen Blättchen, und mäßig großen Blüten, deren rosafarbene Kronblätter drei weiße Streifen zeigen. G. silvaticum L. besitzt handförmig-siebenspaltige Blätter mit eingeschnittengezähnten Lappen, und seine je zwei große violettrote Blüten tragenden Blütenstiele bleiben auch nach dem Abblühen aufrecht. Von ihm unterscheidet sich G. sanguineum L. leicht durch einzeln stehende blutrote Blüten.

Die Oxalidaceae (Sauerkleegewächse), welche mit der vorigen Familie die aktinomorphen Blüten und zehn (sämtlich fruchtbaren) am Grunde etwas verwachsenen Staubgefäße teilen, von denen die Kronstaubfäden etwas kürzer sind, unterscheiden sich von ihr durch fingerförmig zusammengesetzte (bei unserer Art kleeartig dreizählige), nebenblattlose Blätter, die zwei bis meist zahlreichen Samenknospen der fünf Fruchtknotenfächer, durch fünfklappige Kapsel und endospermhaltige Samen, die bei Oxalis L. (Sauerklee) mit einer fleischigen Außenschale versehen sind, welche sich bei der Reife elastisch ablöst und den übrigen Samen aus der reifenartig sich öffnenden fleischigen Kapsel fortschnellt. O. Acetosella L. ist ein kleines

zartes Kraut mit kriechendem Rhizom, grundständigen Blättern und einzeln achselständigen, lang-gestielten, großen, weißen und purpurn geaderten Blüten.

Als dritte zu erwähnende Familie ist diejenige der Balsaminaceae (Springkräuter) vor allem durch die eigentümlich gebaute zygomorphe Blüte ausgezeichnet. Von den fünf Kelchblättern ist das hintere größte und kronenartig gefärbte Blatt in einen Sporn ausgezogen und die beiden vorderen Kelchblätter sind oft bedeutend verkleinert oder fehlen auch ganz (wie bei unserer Art). Von den fünf Kronblättern ist umgekehrt das vordere größer und abweichend gestaltet, während je ein seitliches und hinteres Kronblatt oft verwachsen sind wie bei der Gattung Impatiens L. Von den Staubgefäßen sind nur die fünf episepalen entwickelt. Der bei Impatiens in jedem der fünf Fächer zahlreiche Samenknospen besitzende Fruchtknoten wird bei dieser Gattung zu einer fleischigen und (bei Berührung) elastisch aufspringenden und die Samen ausschleudernden Kapsel mit fünf sich aufrollenden Klappen. I. Nolitangere L. ist ein in feuchten Laubwäldern meist gesellig wachsendes einjähriges, kahles, saftreiches Kraut mit wechselständigen länglich-eiförmigen, grob gekerbten Blättern und 3–6-blütigen achselständigen Trauben großer, hängender, goldgelber, im Schlunde rot punktierter Blüten.

9. Ordnung. Aesculinae.

§ 154. Die Mitglieder dieser Ordnung sind meist Holzgewächse mit zygomorphen oder seltener aktinomorphen 5zähligen Blüten mit zwei Staubblattkreisen, in denen häufig einzelne Glieder unterdrückt sind, sehr selten eine Vermehrung eintritt. Wo ein Diskus vorhanden, ist derselbe allermeist außerhalb der Staubgefäße gelegen (während er bei den verwandten Terebinthaceae zwischen diesen und dem Fruchtknoten entwickelt wird). Der oberständige Fruchtknoten ist meist aus 2—3 Carpellen gebildet und entsprechend gefächert. Bei uns sind nur die beiden Familien der Aceraceae und Polygalaceae heimisch, die Sapindaceae durch die kultivierte Roßkastanie vertreten. Davon sind die

Aceraceae (Ahorngewächse) in der 81 Arten zählenden Gattung

Acer L. (Ahorn)[239]) Bäume mit kreuzweise gegenständigen, lang gestielten, meist handförmig 3—5lappigen und dann handnervigen, selten ungeteilten (so meist bei A. tataricum) oder unpaarig 1- oder 2jochig gefiederten (Sektion Negundo), nebenblattlosen, sommergrünen Blättern und gleichgestellten und von vielen kreuzweise gegenständigen Schuppen bedeckten Knospen. Die ein- oder zweihäusig-vielehigen oder (Negundo) rein zweihäusigen aktinomorphen Blüten erscheinen in Trauben, Doldentrauben oder gebüschelt je nach Arten vor, mit (meist) oder nach dem Laubausbruche. Die allermeist zu fünf vorhandenen und in der Knospenlage offenen oder schwach dachigen Kelchblätter sind frei oder mehr oder minder verwachsen (A. Negundo, A. dasycarpum, bei letzterer Art die Kelchröhre sogar blütenstielartig verengert). Die in der Knospe offene 5blätterige, meist grünlichgelbe Krone fehlt bei A. Negundo und Formen von A. dasycarpum. Die selten zu fünf (A. dasycarpum) oder 4—6 (A. Negundo), meist zu acht (in den Seitenblüten) oder zehn (in der Gipfelblüte der Infloreszenz) vorhandenen Staubgefäße sind entweder hypogyn (A. dasycarpum, Pseudoplatanus) oder perigyn (A. campestre, platanoides) und aus den männlichen Blüten vorragend oder wenigstens von der Länge der Krone, in den weiblichen eingeschlossen. Ein Diskus ist nur bei der Sektion Negundo nicht, sonst stets, aber in verschiedener Form und im vollkommensten Falle (A. Pseudoplatanus) als ein ringförmig geschlossener Wulst im Grunde der Blüte entwickelt, dem bei A. platanoides die Staubgefäße sogar eingesenkt sind. Der aus zwei Carpellen gebildete 2fächerige, in der Richtung der Scheidewand zusammengedrückte, 2lappige Fruchtknoten führt in jedem Fache zwei der Scheidewand entspringende meist kollaterale, absteigende und mit der Mikropyle

239) Buchenau, Morphologische Bemerkungen üb. einige Acerineen; Botan. Zeit. 1861, S. 265, Taf. 11. Wittrock, Ueber d. Geschlechtervertheilung bei Acer platanoides u. einigen anderen Acer-Arten; Bot. Centralbl. XXV. 55, mit Abbildungen. Pax, Monographie d. Gattung Acer; in Engler's bot. Jahrb. VI. 287 (allgemeiner) u. VII. 177 (spezieller Theil). — Die zweite nur eine Art enthaltende asiatische Gattung Dobinea kann bei der Charakteristik unberücksichtigt bleiben.

nach oben und außen gekehrte, gegenläufige Samenknospen; er trägt keinen oder nur einen kurzen bis verlängerten Griffel und zwei fadenförmige spreizende oder spiralig zurückgerollte Narben. Die beiden seitlichen Lappen des Fruchtknotens wachsen nach der Blütezeit zu je einem nach Spezies charakteristisch gerichteten und gestalteten großen, lederigen bis pergamentartigen, am unteren Rande verdickten, geaderten Flügel aus, und bei der Reife lösen sich die durch Abort einsamigen lederigen bis dünnholzigen Fächer von der Blütenaxe als flachgedrückte Flügelfrüchte ab. Die endospermfreien, zusammengedrückten oder unregelmäßig dreikantigen Samen besitzen eine häutige Schale und einen großen mehr oder weniger gekrümmten bis fast geraden Embryo mit ungeteilten laubigen oder fleischigen, unregelmäßig gefalteten oder flachen Cotyledonen.

§ 155. A. Pseudoplatanus L., der Bergahorn, erreicht im Stamme eine Höhe bis 30 m bei bis 8 m Umfang. Die an den jungen Zweigen der breiten, gewölbten, büschelig belaubten Krone gelbbraune und mit zahlreichen kleinen höckerigen Lenticellen besetzte Rinde geht an den älteren Aesten und jungen Stämmen in Graubraun über und wird im Alter zu einer in großen flachen Tafeln abblätternden Borke mit darunter gelegener hellgrauer junger Rinde. Die großen eiförmigen und spitzlichen, über der weitumfassenden dreispurigen Blattnarbe gerade abstehenden Knospen besitzen eiförmige, glänzend gelbgrüne Schuppen mit schwarzbrauner Spitze und sehr schmal schwarzbraun gesäumtem, schwach filzig gewimpertem Rande. Die 10—20 cm lang und oft purpurn gestielten Blätter besitzen eine 10—15 cm lange und etwa ebenso breite handförmig-5lappige Spreite mit herzförmigem bis abgerundet-gestutztem Grunde, spitzen Buchten und meist eiförmigen, spitzen bis zugespitzten oder auch stumpfen, grob kerbig-gesägten bis zuweilen fast ganzrandigen Lappen, deren beide seitlichen viel kleiner als die drei mittleren sind; sie ist dünn papierartig bis fast lederig, oberseits glänzend dunkelgrün und kahl, auf der stark genervten Unterseite matt bläulich bis graugrün und in der Jugend durchweg, später nur in Nervenachseln bärtig behaart. Die endständigen gestielten, hängenden, 5—15 cm langen, weichhaarigen, am Grunde rispigen Trauben öffnen ihre ziemlich großen gelbgrünen, einhäusig-vielehigen Blüten nach Entfaltung des Laubes Ende April oder im Mai. Ihre freien Kelch- und die gleichgestalteten und gleichgroßen Kronblätter sind länglich und stumpf. Die hygogynen und an den Filamenten behaarten Staubgefäße ragen später aus der Blüte vor; der gelbliche Diskus ist gelappt, der in der Jugend filzig behaarte Fruchtknoten später mehr oder minder kahl, der Griffel kräftig entwickelt. Die Flügel der 3—6 cm langen, reif tief braunen und meist kahlen Früchte sind aufwärts gerichtet (bis fast parallel), aus verschmälertem Grunde länglich und am inneren (oberen) Rande mehr oder weniger bogig. Das knotig aufgetriebene Fruchtfach ist innen weiß behaart. Die Keimpflanze besitzt lineal-lanzettliche stumpfe (zungenförmige), bis fast 4 cm lange, etwas fleischige Cotyledonen mit drei parallelen Längsnerven und kurz gestielte eilanzettliche bis herzeiförmige, spitze oder stumpfe, grob kerbig-gesägte (nicht gelappte), kahle Erstlingsblätter.

Die horizontale Verbreitung des Bergahorns erstreckt sich über Mittel- und Südeuropa bis in die Kaukasusländer; seine Polargrenze geht in Deutschland im Bogen durch das westdeutsche Bergland, um den Harz und durch die Provinzen Sachsen und Schlesien zum Nordrande der Karpathen, ist jedoch infolge der Verbreitung des Baumes durch die Kultur nicht sicher bestimmbar. Die Höhenverbreitung geht im Harz bis 585 m, in den mitteldeutschen Gebirgen bis ca. 800 m, im Baierwalde im Maximum bis 1319 m, in den baierischen Alpen im Mittel bis 1510 m.

A. platanoides L., der bei uns geringere Stärke als der Bergahorn erreichende Spitzahorn, besitzt an den jüngeren Zweigen der ziemlich dichtlaubigen, meist länglich-eiförmigen Krone eine mit Lenticellen sparsam besetzte grün- bis rein braune oder gelblichrote Rinde, am älteren Stamme eine schwärzliche feinrissige aber nicht schuppig abblät-

ternde Borke. Seine eiförmigen bis kugelig-eiförmigen, stumpflichen Knospen sind durch stumpf gekielte, glänzend rote oder violettrote bis rotbraune (nur am Rande fein gewimperte) Schuppen von denen des Bergahorns verschieden, die Seitenknospen außerdem dem Zweige angedrückt. Die Spreite der 4—20 cm lang und meist rot gestielten Blätter ist 5—16 cm lang und fast ebenso breit, handförmig-5lappig mit meist herzförmigem (selten fast gestutztem) Grunde, gerundeten Buchten und mehr oder weniger dreieckigen und lang zugespitzten, buchtig- und spitz-gezähnten Lappen, beiderseits glänzend grün und kahl oder unterseits nur längs der Nerven behaart. Die endständigen kahlen, kurzdoldigen, aufrechten Blütenstände öffnen ihre ziemlich großen einhäusig-vielehigen, grünlichgelben Blüten je nach lokalen Verhältnissen vor, mit oder kurze Zeit nach der Laubentfaltung. Die breit spatelförmigen Kronblätter sind den verkehrt-eiförmigen Kelchblättern gleichlang, die perigynen Staubgefäße aus den männlichen Blüten kaum vorragend, ihre kahlen Filamente grubigen Vertiefungen des mächtigen, wulstförmigen Discus eingesenkt und der kahle Fruchtknoten trägt einen kräftig entwickelten Griffel. Die einschließlich der breiten halbeiförmigen, stumpfen und meist etwas auswärts gebogenen, stark spreizenden Flügel bis 4½ cm langen Früchte sind kahl, breit und stark zusammengedrückt. Die Keimpflanze unterscheidet sich von derjenigen des Bergahorns durch die spitz- und buchtig- (fast lappig-) gezähnten breiteren herzeiförmigen Erstlingsblätter.

Die Verbreitung des Spitzahorns erstreckt sich über Nordeuropa (in Skandinavien und Finnland bis zum 61.—62.° n. Br.) und Mitteleuropa ostwärts bis in die Kaukasusländer, Armenien und Nordpersien, südlich bis in die nördlichen Länder der Balkanhalbinsel, Dalmatien, Mittelitalien, durch die Cevennen und Auvergne bis zu den Centralpyrenäen, während er im westlichsten Europa fehlt. Im Gebirge steigt er weniger hoch wie der Bergahorn, in Mitteldeutschland kaum bis 500 m, im Baierwalde bis 1114 m, in den baierischen Alpen im Mittel bis 1000, im Maximum 1205 m.

§ 156. Der als Strauch oder bis 17 m hoher Baum auftretende Feldahorn oder Maßholder (A. campestre L.) variiert mehr als die anderen Arten im wilden Zustande. Seine kahlen oder (mehr oder weniger selbst die hell rotbraunen einjährigen) fein filzigen Zweige erhalten namentlich bei den Strauchformen und in sonniger Lage oft lange rostbraune, flügelige Korkleisten. Seine kleinen eiförmigen, stumpfen, hell- oder rotbraunen Knospen, deren seitliche etwas abstehen, sind gegen die etwas spreizende und oft schwärzliche Spitze der Schuppen fein graufilzig behaart. Die handförmig fünf- oder bisweilen fast dreilappigen Blätter mit spitzen oder spitzlichen Buchten, stumpfen ganzrandigen bis grobgekerbten Lappen und stumpf dreilappigem Mittellappen sind bald ganz kahl, bald unterseits filzig oder wenigstens in den Aderachseln bärtig. Die mehr oder minder filzigen endständigen, aufrechten Trugdolden öffnen ihre gelbgrünen, einhäusig-vielehigen, perigynen Blüten im Mai mit oder kurz nach Entfaltung der Blätter. Die Früchte sind denjenigen des Spitzahorns am ähnlichsten, doch meist kleiner, kahl oder auf den Fruchtfächern häufig grau- oder gelblich-graufilzig, die Flügel horizontal ausgebreitet. Die Verbreitung erstreckt sich über fast ganz Europa bis Kleinasien, Armenien und Persien.

A. monspessulanum L. (französischer A.) mit kleinen, unterseits graugrünen, aus herzförmigem Grunde dreilappigen Blättern mit eiförmigen, stumpfen, ganzrandigen Lappen, hängenden Trugdolden und (wie beim Bergahorn) mit aufrechten Fruchtflügeln, geht aus Südeuropa im Westen nordwärts bis in die Gebirge des mittleren Rhein-, des Main-, Nahe- und Moselthales und deren Nebenthäler.

Als die am häufigsten kultivierten Arten sind dann zu erwähnen: A. dasycarpum Ehrh. (Silberahorn — vgl. § 154) aus Nordamerika, mit kahlen, oberseits glänzend dunkelgrünen, unterseits matt bläulich-weißen, tief fünflappigen Blättern mit spitzen oder stumpflichen Buchten und spitzen eingeschnitten-gezähnten Lappen. Die Ende März und Anfang April vor der Laubentfaltung aus Seitenknospen doldig-büschelig erscheinenden, kurz gestielten Blüten sind zweihäusig-vielehig, rötlich, häufig kronenlos, die Kronblätter, wo vorhanden, schmal spatelförmig. Die hypogynen Staubgefäße der kleineren männlichen Blüten ragen weit vor. Ein Diskus fehlt oder ist nur schwach entwickelt, desgleichen der Griffel des stark behaarten Fruchtknotens. Die Frucht ist schließlich kahl; ihre im spitzen Winkel aufgerichteten Flügel sind schwach einwärts gebogen und gegen das dicke längliche Samenfach verschmälert. Die kleinen eiförmigen bis länglich-eiförmigen, stumpfen Knospen, deren seitliche dem glänzend gelb- bis rotbraunen Zweige angedrückt sind, zeigen nur 1—2 Paar stumpf gekielte, rote, nur am Rande fein gewimperte Schuppen.

Der aus dem westlichen Nordamerika eingeführte eschenblätterige A. (A. Negundo L.; Negundo fraxinifolium Nutt., N. aceroides Mönch) gilt oft als Typus einer eigenen Gattung, die sich im Wesentlichen durch nur zwei seitlich stehende Knospenschuppen, unpaarig-drei- oder fünffiederige Blätter mit gestielten Fiedern, aus Seitenknospen vor dem Laubausbruche erscheinende Infloreszenzen (die weiblichen rispenförmig und hängend) mit zweihäusigen kleinen Blüten ohne Krone, ohne Diskus, mit am Grunde verwachsenblätterigem Kelche und nur 4—6 Staubgefäßen auszeichnet. Bei der in Rede stehenden Art sind die kahlen Zweige jung mehr oder weniger bläulich bereift; die aus keilförmigem bis abgerundetem Grunde eiförmigen bis elliptisch-lanzettlichen, ganzrandigen oder unregelmäßig gesägten drei oder fünf Fiederblättchen sind fast stets kahl (oder unterseits nur schwach flaumhaarig), das größere endständige derselben oft dreilappig; die Blütenstiele sind kahl, der Griffel ist bis zum Grunde zweispaltig und die kahle längliche, ziemlich dicke Frucht besitzt spitzwinkelig divergierende, sichelförmig gegeneinander gekrümmte Flügel. — Der oft mit ihr verwechselte kalifornische A. (A. californicum Torr. et Gray) unterscheidet sich leicht durch graufilzige junge Zweige, auch im Alter unterseits weiß behaarte, meist nur dreifiederige Blätter, durch behaarte Blütenstiele, nicht gespaltenen Griffel und gerade Fruchtflügel.

§ 157. Zur vielgestaltigen, meist tropische Holzgewächse enthaltenden Familie der Sapindaceae (Seifenbaumgewächse), die sich durch meist wechselständige nebenblattlose Blätter, schräg zygomorphe fünfgliederige Blüten mit typisch zehn, doch gewöhnlich nur zu 5—8 entwickelten Staubgefäßen und dreifächerigen Fruchtknoten mit pro Fach 1—2 meist aufrechten oder aufsteigenden Samenknospen auszeichnet, gehört auch die bei uns allgemein kultivierte, im Himalaya heimische Roßkastanie (Aesculus Hippocastanum L.). Oft auch als Typus einer eigenen kleinen Familie der Hippocastaneae betrachtet, ist dieselbe charakterisiert durch kräftige hellbraune einjährige Zweige mit großen 3—9spurigen Blattnarben und abstehenden gegenständigen, großen, eikegelförmigen, rotbraunen, harzigen Knospen mit kreuzweise gegenständigen Schuppen. Ihre gegenständigen langgestielten, großen Blätter sind meist siebenzählig fingerförmig zusammengesetzt, die kurz gespitzten, ungleich gesägten Blättchen aus keilförmigem Grunde verkehrt-eiförmig. Die ansehnlichen, große aufrechte, kegelförmige Rispen bildenden Blüten besitzen einen glockenförmigen fünflappigen Kelch und eine fünfblätterige Krone aus genagelten, am Rande wellig-gekräuselten, weißen, am Grunde (besonders die beiden größeren oberen) erst gelb, dann rosen- bis purpurrot gefleckten Blättern. Die meist zu sieben vorhandenen Staubgefäße sind zuerst abwärts gekrümmt, dann aufsteigend. Ein Diskus ist nur in Form von Drüsen angedeutet. Die große kugelige, grüne, fleischige, weichstachelige Kapsel führt dicke, glänzend kastanienbraune, endospermfreie Samen mit großem grauweißem Nabel und gekrümmtem Embryo mit dickfleischigen, bei der Keimung im Boden bleibenden Cotyledonen.

Die letzte Familie der Polygalaceae (Kreuzblumengewächse) enthält Kräuter und Sträucher mit meist abwechselnden, einfachen, nebenblattlosen Blättern und einzeln oder in Trauben oder Rispen stehenden median-zygomorphen Blüten. Von den fünf freien Kelchblättern sind (so bei Polygala L., Kreuzblume) die beiden vorderen und das hintere klein; die seitlichen sehr vergrößerten und kronenartigen Blätter stehen wie zwei Flügel ab. Von den fünf Blättern der Krone sind bei unserer Gattung nur drei kräftig entwickelt, und das vordere (untere) Blatt ist dabei helmartig konkav, an der Spitze dreilappig oder mit einem kammartig gelappten Anhängsel versehen und zugleich mit den seitlichen Blättern zu einer oben offenen Scheide verwachsen. Ebenso sind die acht Staubgefäße hoch hinauf zu einer oben offenen Scheide und am Grunde zugleich mit der Krone verschmolzen. Der Fruchtknoten, der in jedem der beiden Fächer eine hängende Samenknospe besitzt, entwickelt sich zur zweiklappigen Kapsel. Von den kurz zu erwähnenden Arten ist P. Chamaebuxus L. ein von Südeuropa aus bis ins westliche Böhmen, das Voigtland, Baiern, Württemberg und Baden auf Haiden und in (namentlich Kiefern-)Wäldern verbreiteter kleiner immergrüner Halbstrauch mit einzeln oder zu zwei achselständigen gelben Blüten. Die mit endständigen Trauben blau, rosa oder weißblütige P. vulgaris L., mit lineal-lanzettlichen oberen Blättern und netzaderigen Kelchflügeln, ist auf trockenen grasigen Waldplätzen gemein.

10. Ordnung. Frangulinae.

§ 158. Die actinomorphen Blüten dieser Ordnung sind in Kelch, Krone und Androeceum meist 4- oder 5zählig, wobei von den Staubgefäßen bald der epipetale, bald der episepale Kreis entwickelt und samt der Krone gewöhnlich hypo- oder selbst epigyn ist. Der nur selten fehlende Diskus findet sich bald inner-, bald außerhalb der Staubgefäße. Die aufrechten oder hängenden gegenläufigen Samenknospen kehren die Mikropyle nach auswärts der Fruchtknotenwand zu und die Samen besitzen fast immer Endosperm. Außer den Rebengewächsen (Vitaceae oder Ampelideae: Vitis vinifera L., Weinstock; V. quinquefolia Moench, Ampelopsis quinq. R. et Sch., wilder Wein) gehören hierher die folgenden 4 nur Holzgewächse enthaltenden Familien.

Die Aquifoliaceae (Ilicineae, Stechpalmengewächse) sind meist kahle, immergrüne Bäume und Sträucher mit wechselständigen einfachen, lederigen, nebenblattlosen Blättern, zwitterigen, meist kleinen und weißlichen, gewöhnlich 4zähligen Blüten ohne Diskus, mit hypogynen episepalen Staubgefäßen und meist 3—6fächerigem Fruchtknoten mit 1—2 kollateral aus dem Fachscheitel herabhängenden Samenknospen. Die Steinfrucht enthält mehrere Steine mit knochiger oder krustiger Schale, der Same im fleischigen Endosperm einen kleinen geraden, mit dem Würzelchen nach oben gekehrten Embryo. Als heimisches Mitglied ist nur Ilex aquifolium L. (Stechpalme, Hülsen) zu verzeichnen: ein Strauch oder kleiner Baum mit grünen Zweigen, kurz gestielten eiförmigen, elliptischen oder länglichen, spitzen, am wellig verbogenen Rande dornig gezähnten, an alten hohen Stämmen aber flachen und ganzrandigen, oberseits glänzend dunkel-, unterseits matt hellgrünen Blättern und kurzen achselständigen Doldentrauben kleiner, meist 4zähliger, zweihäusig-vielehiger Blüten mit 4zähnigem Kelche, am Grunde verwachsener radförmiger, weißer (bei den männlichen Blüten rötlichweißer) Krone und 4fächerigem Fruchtknoten. Die etwa erbsengroße korallenrote, wenig fleischige Steinfrucht enthält 4 Steine. Die Verbreitung beschränkt sich in Deutschland auf Wälder, Gebüsche und Hecken des westlichen norddeutschen Küstengebietes von Neuvorpommern bis zum Rhein, sowie auf die Gebirgswälder des Schwarzwaldes, Jura und der Vogesen. Blütezeit im Mai und Juni.

§ 159. Die zweite Familie der Staphyleaceae (Pimpernußgewächse) teilt mit der voraufgehenden die episepalen Staubgefäße, hat aber durchweg 5gliederige Blüten mit freiblätteriger Krone, einen zwischen Staubgefäßen und dem 2—3fächerigen Fruchtknoten eingefügten Diskus und Kapsel- oder Balgfrüchte, endlich gegenständige und 3zählige oder unpaarig gefiederte Blätter mit Nebenblättern. Sie ist in Deutschland nur durch Staphylea pinnata L. (Pimpernuß) vertreten: ein Strauch mit 5—7zählig gefiederten Blättern, endständigen hängenden, traubenförmigen Rispen glockiger Blüten mit hinfälligem grünlichweißem Kelche, weißer oder blaß rosafarbener Krone und 2—3fächeriger, 2—3lappiger, häutig aufgeblasener Kapsel mit einem erbsengroßen, länglichen, braungelben Samen in jedem Fache. Die im Mai und Juni blühende Pflanze ist in Gebirgswäldern Süddeutschlands heimisch, in Mitteldeutschland in Hecken verwildert.

Die Celastraceae teilen mit den Staphyleaceen die freiblätterige Krone und die episepalen Staubgefäße, besitzen aber in den 4—5gliederigen Blüten einen polsterförmigen Diskus, dem die Staubgefäße samt dem Pistill eingefügt sind. Ihr kleiner bleibender Kelch ist 4—5lappig; der 4—5fächerige Fruchtknoten enthält in jedem Fache meist 2 kollateral aus dem Grunde aufrechte oder aufsteigende Samenknospen, und trägt einen einfachen dicken Griffel. Die stets einfachen Blätter sind gegen- oder wechselständig und besitzen Nebenblätter. In unserem Gebiete ist die Familie nur durch die Gattung Evonymus L. (Spindelbaum, Pfaffenhütchen) vertreten: Bäume oder Sträucher mit gerade oder schief gegenständigen, gestielten Blättern und achselständigen gabelästigen Trugdolden unscheinbarer, zwitteriger Blüten mit sehr großem fleischigem, am Rande vor den Kelchlappen mehr oder weniger lappig vorgezogenem Diskus. Ihre Frucht ist eine 3—5kantige oder -lappige, oft geflügelte, fachspaltig 3—5klappige und die Scheidewände auf der Mitte der Klappen tragende, mehr oder weniger fleischige Kapsel mit 1—2samigen Fächern. Die Samen werden von einem fleischigen gefärbten (oft hochroten) Arillus halb bis vollständig eingehüllt und enthalten im fleischigen Endosperm einen geraden Embryo mit flachen laubigen Cotyledonen und abwärts gekehrtem Würzelchen. E. europaea L. ist die gemeinste, in Wäldern, Gebüschen und Hecken durch den größten Teil Europa's verbreitete, im Mai und Juni blühende Art: ein Strauch mit rundlich-vierkantigen, dunkelgrünen bis oliven- oder rotbraunen, glatten Zweigen und über einspurigen Blattnarben gerade oder schief gegenständigen, eiförmigen, spitzen, grünen oder braunrot gerandeten oder

überlaufenen, abstehenden Knospen mit kreuzweise gegenständigen lockeren Schuppen. Die älteren Zweige erhalten 4 an den Kanten verlaufende Korkleisten. Die länglichen bis eiförmig-länglichen und fein gekerbt-gesägten Blätter sind kahl. Die meist 4zähligen Blüten besitzen kreuzweis ausgebreitete, schmal-längliche, grünlichweiße Kronblätter. Die reife vierlappige Kapsel ist rosenrot, der Samenmantel orangerot, der Same weiß. — E. verrucosa Scop., nur im südöstlichen und östlichen Gebiete heimisch, unterscheidet sich durch stielrunde und dicht schwarzbraun-warzige Zweige, grünliche aber sehr dicht rotpunktierte, rundliche Kronblätter, wachsgelbe Kapseln und schwarze Samen, die nur zur Hälfte vom blutroten Samenmantel eingehüllt werden.

§ 160. Die letzte Familie der Rhamnaceae (Kreuzborngewächse) ist von allen voraufgehenden Familien durch die epipetalen Staubgefäße verschieden, besitzt zudem in jedem der meist 3 (2—4) Fruchtknotenfächer nur eine im Grunde aufrechte Samenknospe. Sie enthält Holzpflanzen mit meist wechselständigen einfachen, nicht selten fast handförmig 3—5nervigen Blättern, kleinen Nebenblättern und meist achselständigen Trugdolden unscheinbarer, zwitteriger oder selten zweihäusig-vielehiger, 4—5zähliger, oft perigyner oder oberständiger Blüten. Der Diskus kleidet bei perigynen Blüten den Grund der verschiedengestaltigen Kelchröhre aus, in halb oder ganz oberständigen umgiebt er ringförmig die Griffel. Die Kronblätter sind meist klein (oft kleiner als die Kelchlappen) und die Früchte sind seltener Kapseln, meist Stein- oder trockene Schließfrüchte mit endospermhaltigen Samen und geraden Embryonen.

Die bei uns allein vertretene Gattung Rhamnus L. (Kreuzdorn) zeichnet sich durch krugförmige Kelchröhre mit am Schlunde schwach ringförmig vortretendem Diskus, durch sehr kleine flache oder kapuzenförmige Kronblätter, frei im Grunde der Kelchröhre stehenden 3—4fächerigen Fruchtknoten und (oft trockene) Steinfrucht mit 2—4 knochen- oder pergamentschaligen Steinen aus. Die beiden häufigsten deutschen Arten sind Typen zweier Artengruppen, die oft auch als eigene Gattungen betrachtet werden. R. cathartica L. (Kreuzdorn) ist ein Strauch mit gegenständigen gelblich-grauen, einjährigen Zweigen, die mit einem Dorn endigen, welcher beim nächstjährigen Austriebe der obersten Seitenknospen gabelständig wird. Seine gewöhnlich schief gegenständigen (bis völlig wechselständigen) und dem Zweige angedrückten schwarzbraunen, eikegelförmigen, spitzen Knospen sind fast spiralig beschuppt. Die in ihrer Stellung den Knospen entsprechenden gestielten, eiförmigen bis elliptischen, zugespitzten und kerbig-gesägten Blätter zeigen jederseits meist 3 bogig aufsteigende Seitennerven. Die 2häusigen, 4zähligen, grünlichen Blüten besitzen breitlanzettliche Kelch- und sehr schmale lineal-lanzettliche, flache Kronblätter, die männlichen ein rudimentäres Pistill, die weiblichen einen 4spaltigen Griffel. Die etwa erbsengroße kugelige, reif glänzend schwarze Steinfrucht wird beim Trocknen grob netzrunzelig. Ihre Samen zeigen auf dem Rücken eine tiefe, außen lippenartig geschlossene Längsfurche und die der Furche parallel gebogenen Cotyledonen des Embryo treten bei der Keimung laubig über den Boden. — R. Frangula L. (Frangula Alnus Mill., Faulbaum, Pulverholz) dagegen besitzt dornlose, rot- bis zuletzt graubraune, mit weißen Lenticellen reich besetzte Zweige, die jung samt Blüten- und Blattstielen behaart sind. Die wechselständigen Knospen sind nackt, nur von den zusammengefalteten, dicht rostfarben behaarten Blättern gebildet, die gleichfalls abwechselnden elliptischen, kurz zugespitzten, ganzrandigen Blätter parallel-fiedernervig. Die zwitterigen Blüten besitzen längliche, spitzliche, außen grünlichweiße, innen weißliche Kelchlappen und kleine weißliche, kapuzenförmige, je ein Staubgefäß einschließende Kronblätter, der ungeteilte Griffel eine kopfige Narbe. Die zuerst grüne, dann rote, reif schwarze Steinfrucht enthält linsenförmig-dreieckige, flache Samen, und die flachen Keimblätter bleiben bei der Keimung in der Steinschale stecken. — Beide Arten sind durch fast ganz Europa in Wäldern, Gebüschen und Hecken verbreitet und blühen im Mai und Juni.

11. Ordnung. Tricoccae.

§ 161. Die Ordnung führt ihren Namen deshalb, weil die in der Regel zu drei vorhandenen (und je 1—2 im Innenwinkel hängende Samenknospen führenden) Fächer des Fruchtknotens sich meist mehr oder weniger buckelig oder kopfig bis fast selbständig vorwölben und bei der Reife sich von einer bleibenden Mittelsäule elastisch ablösen und zugleich noch zweiklappig öffnen. Sonst sind die Blüten fast durchgängig 1—2häusig, meist nur mit Perigon versehen (selten mit Kelch und Krone) oder nackt, die fast immer unterständigen Blütenhüllen samt den Staubgefäßen in der Gliederzahl schwankend, die Samen durch Endosperm ausgezeichnet. Außer den nur dem Namen nach zu erwähnenden Wassersternen (Callitrichaceae) gehören hierher die folgenden drei Familien, von denen diejenige der

Euphorbiaceae (Wolfsmilchgewächse) den Typus repräsentiert, also namentlich den oben erwähnten Bau des Fruchtknotens und das eigentümliche Aufspringen der Kapselfrüchte zeigt, außerdem durch die nach außen (der Fruchtknotenwand zu) gewendete Mikropyle der meist einzeln in jedem Fache vorhandenen Samenknospe gekennzeichnet ist. Aus der mehr als 3500 meist tropische Arten zählenden, äußerst vielgestaltigen Familie sind bei uns nur Euphorbia und Mercurialis vertreten, von denen die weiß milchenden Arten der Gattung

Euphorbia L. (Wolfsmilch)[240]) selbst wieder in den mannigfachsten Formen bis zu völlig kaktusartigen Gestalten (bei uns Kräuter) erscheinen, alle aber durch folgenden eigentümlichen Blütenbau scharf charakterisiert sind. In den trugdolbenartigen Blütenständen (Dichasien), deren Aeste durch verschieden gebildete Deck- resp. Vorblätter gestützt werden, steht am Ende jedes letzten Zweiges eine eigentümliche, früher als Blüte betrachtete Partial-Infloreszenz[241]), das „Cyathium": eine aus meist fünf Blättchen regelmäßig glockig oder kreiselförmig verwachsene Hülle, mit meist fünflappigem Saume und in jeder Bucht oder bisweilen nur in vier oder weniger Buchten mit einer großen verschieden gestalteten, fleischigen Drüse. In jeder Hülle steht vor den Saumlappen je eine Gruppe nackter männlicher Blüten, von denen jede nur aus einem gegen das Blütenstielchen abgegliederten Staubgefäße gebildet wird, während sich aus dem Zentrum eine lang gestielte und zuletzt bogig überhängende weibliche Blüte erhebt, die bei unseren Arten kein oder nur ein rudimentäres, bei Ausländern bisweilen ein gelapptes Perigon unter dem Fruchtknoten besitzt. Die Samen zeigen häufig ein fleischiges Anhängsel (Caruncula). Von häufigeren Waldbewohnern Deutschlands sind zu nennen: E. dulcis Scop. kahl, mit lanzettlich-länglichen, am Grunde verschmälerten, sehr kurz gestielten Blättern, rundlichen oder quer-ovalen Drüsen des Cyathiums, 3—5strahligen Trugdolden, warzigen Kapseln und glatten Samen; E. amygdaloides L. weichhaarig, mit verkehrt-eilänglichen, in den Stiel verschmälerten Blättern, kreisförmig verwachsenen Dolbendeckblättern, halbmondförmigen Cyathiumdrüsen und kahlen, fein punktierten Kapseln mit glatten Samen; E. Cyparissias L. kahl, mit schmal-linealischen Blättern, freien Deckblättern, halbmondförmigen Drüsen und fein punktiert-rauhen Kapseln.

Mercurialis Tourn. (Bingelkraut) enthält krautige, selten halbstrauchige, nicht milchende Pflanzen mit gewöhnlich zweihäusigen, unscheinbaren Blüten, deren männliche längere unterbrochen-knäuelige Scheinähren, deren weibliche armblütige achselständige Infloreszenzen bilden. Beiderlei Blüten besitzen ein meist dreiteiliges grünes Perigon, die männlichen 8—20 Staubgefäße, die weiblichen 2—3 Staminodien und einen meist zweifächerigen, zweiknöpfigen Fruchtknoten mit zwei auf der Innenfläche die Narben tragenden Griffeln. M. perennis L., kahl oder kurz rauhhaarig, ausdauernd, mit Ausläufer treibendem Rhizom, nur oben gegenständig beblättertem einfachem Stengel, eiförmigen bis elliptisch-lanzettlichen, kerbig-gesägten Blättern, langgestielten weiblichen Blüten und rauhhaarigen Kapseln, blüht im April und Mai gesellig in humosen Laubwäldern besonders gebirgiger Gegenden.

§ 162. Die Familie der Buxaceae (Buchsbaumgewächse)[242]) ist den Wolfsmilchgewächsen gegenüber durch die nach innen, dem Fachwinkel zugekehrte Mikropyle der zwei collateral hängenden Samenknospen charakterisiert, zeigt aber sonst in den Gattungen verschiedenen Blütenbau. Gewöhnlich sind die Blüten jedoch einhäusig zu achselständigen Infloreszenzen geordnet, die bei dem einzigen bei uns heimischen Vertreter, Buxus sempervirens L. (Buchsbaum), kopfartige Knäuel bilden, in welchen die Seitenblüten männlich sind, die Gipfelblüte weiblich ist. Beiderlei Blüten besitzen bei der genannten Art ein gelbliches, vierblätteriges Perigon, die männlichen vier Staubgefäße, die weiblichen einen 2—3fächerigen

---

240) Baillon, Étude génerale du groupe des Euphorbiacées; mit 27 Taf. Paris 1858. Boissier, Icones Euphorbiarum; fol. mit 102 Taf., Paris 1856.

241) Ueber die Controverse, ob Blüte, ob Blüthenstand? vgl. Roeper, Enumeratio Euphorbiarum Germaniae et Pannoniae; Göttingen 1824. Warming, Er koppen hos vortemaelken en blomst eller en blomsterstand?, Kopenhagen 1873. Schmitz, Zur Deutung der Euphorbiablüthe; Flora 1871. Celakovsky, Noch ein Versuch z. Deutung d. Euphorbienblüthe; Flora 1872. Pedersen, Sur le développement du cyathium de l'Euphorbe; Botanisk Tidsskrift, Kopenhagen 1873, p. 157.

242) Baillon, Monographie des Buxacées; 8° mit 3 Taf., Paris 1859.

Fruchtknoten, der zu einer 2—3knöpfigen, durch die bleibenden Griffel 2—3schnäbeligen, in jedem Fache zweisamigen Kapsel wird. Der Buchsbaum ist wie alle Verwandten immergrün, ein Strauch (oder kleiner Baum) mit gegenständigen, sehr kurz gestielten, eiförmigen bis länglichen, ganzrandigen, meist stumpfen oder ausgerandeten, lederigen, nebenblattlosen Blättern, der aus dem Süden vordringend bei uns auf buschigen, sonnigen Hügeln noch in Elsaß-Lothringen, Oberbaden und Südtirol vorkommt und im März und April blüht.

Die dritte kleine, nur vier Arten in drei Gattungen enthaltende Familie der Empetraceae (Krähenbeergewächse), welche von den Buxaceen wesentlich nur durch die aus dem Grunde der Fruchtknotenfächer einzeln aufsteigende Samenknospe und durch Steinfrucht verschieden ist, enthält kleine, haideartige, immergrüne Sträucher und ist bei uns nur durch Empetrum nigrum L. (Krähen- oder Rauschbeere)[243]) auf Hochmooren und moorigem Boden in Nadelwäldern vertreten: einem liegenden Kleinstrauche mit sehr dicht gestellten kleinen, nadelförmigen, stumpfen, am Rande umgerollten, kahlen oder schwach gewimperten, unterseits weißen Blättern und zweihäusig-vielehigen, einzeln in den oberen Blattachseln sitzenden, sehr kleinen im April und Mai sich öffnenden, rosafarbenen männlichen (mit drei Kelch-, Kronenblättern und Staubgefäßen) und purpurnen weiblichen Blüten (mit gleicher Blütenhülle, drei Staminodien und 6—9fächerigem Fruchtknoten mit 6—9 Narben), sowie 6—9steinigen schwarzen, erbsengroßen Steinfrüchten.

12. Ordnung. Umbelliflorae.

§ 163. Die allermeist in einfachen oder zusammengesetzten Dolden stehenden typisch aktinomorphen, zwitterigen oder vielehigen Blüten sind in dieser Ordnung epigyn, in dem meist nur schwach entwickelten Kelche, der Krone und den episepalen und der Krone fast durchweg gleichzähligen Staubgefäßen meist 4—5zählig. Der epigyne Diskus tritt zwischen Staubgefäßen und Griffeln oder als Anschwellung der Griffelbasis selbst auf. Der Fruchtknoten ist aus meist zwei (oder bis zahlreichen) Carpellen gebildet, stets vollständig gefächert, mit je einer aus dem Innenwinkel des Fachscheitels herabhängenden gegenläufigen Samenknospe, der Same mit Endosperm versehen. Alle drei Familien haben bei uns Vertreter. Die meist den gemäßigten Klimaten der nördlichen Erdhälfte angehörenden

Cornaceae (Hartriegelgewächse), meist Holzgewächse mit einfachen, gewöhnlich gegenständigen Blättern ohne Nebenblätter, besitzen kleine und in Kelch, Krone und Staubgefäßen meist vierzählige, zwitterige oder eingeschlechtige Blüten in Dolden, Trugdolden, Rispen oder Köpfchen. Ihr Kelch ist undeutlich oder nur schwach 4zähnig, die Krone in der Knospe klappig, die 4 Staubgefäße zeigen gewöhnlichen Bau. Der Fruchtknoten ist aber fast stets 2fächerig, trägt nur einen am Grunde vom ringförmigen Diskus umgebenen Griffel und seine Samenknospen kehren die Micropyle der Fruchtwand zu. Die Früchte sind Beeren oder Steinfrüchte. Als heimische Gattung ist

Cornus Tourn. (Hartriegel, Hornstrauch) durch zwitterige Blüten mit kurzem 4zähnigem Kelchsaum, 4 Kronblätter und Staubgefäße, 2fächerigen Fruchtknoten, einfache Narbe und meist 2fächerige und 2samige Steinfrucht ausgezeichnet. — C. sanguinea L. (Gemeiner H.) ist ein in Laubwäldern und Gebüschen durch fast ganz Europa verbreiteter, im Mai und Juni blühender Strauch mit jung angedrückt-behaarten, alt kahlen und glatten, im Winter auf der Lichtseite schmutzig blutrot gefärbten Zweigen und nackten, aus 2 oder 4 kreuzweis gegenständigen, gelb bis rostfarben filzigen Blättern gebildeten lang-kegelförmigen, angedrückten Seitenknospen und größeren eilanzettlichen End- oder Tragknospen. Die kreuzweis gegenständigen gestielten, eiförmigen bis elliptischen, kurz zugespitzten, ganzrandigen, beiderseits kurzhaarigen doch in den Aderachseln nicht bärtigen, grünen Blätter zeigen wie bei den übrigen Arten bogig verlaufende Seitennerven. Die ziemlich lang gestielten weißen Blüten bilden langgestielte flache Trugdolden, die von keiner Hochblatthülle gestützt werden. Die erbsengroßen kugeligen und vom Kelchsaume gekrönten Früchte sind glänzend schwarz. — C. mas L. (Kornelkirsche, Herlitze) wird unter Umständen ein bis 8 m. hoher Baum. Seine jüngsten, fast 4kantigen, angedrückt-behaarten Zweige sind grün bis bräunlichgrün, die älteren grau bis graubraun. Die

243) Buchenau, Der Blüthenstand von Empetrum; Botan. Zeit. 1862, S. 297, Taf. 10. Strandmark, Blomställningen hos Emp. nigrum; Botaniska Notiser 1880, p. 99, mit Tafel.

Laubknospen sind denen der vorigen Art ähnlich, die beschuppten großen Tragknospen jedoch verkehrt-eiförmig bis fast kugelig. Die eiförmigen bis meist länglich-eiförmigen, lang zugespitzten, ganzrandigen Blätter sind beiderseits kurzhaarig, auf der matteren Unterseite dazu in den Aderachseln bärtig. Die goldgelben Blüten erscheinen vor dem Laubausbruche im April oder Mai am Ende kleiner Kurztriebe in einfachen kopfförmigen Dolden, welche anfangs von einer Hülle aus 4 breit-eiförmigen, gelblichen Blättern gestützt werden. Die längliche, hängende, bis 2 cm lange Steinfrucht ist hochrot gefärbt. Die Kornelkirsche ist in den Hügelgegenden Mittel- und Süddeutschlands besonders auf kalkhaltigem Boden heimisch, in Norddeutschland vielfach in Hecken und an Waldrändern verwildert.

Die formenreiche Familie der Araliaceae (Araliengewächse) unterscheidet sich von den Cornaceen durch die gewöhnlich wechselständigen Blätter, die meist 5—10zähligen Blüten mit meist 2—10fächerigem Fruchtknoten und durch die mit der Mikropyle nach innen gewendeten Samenknospen. Sie ist bei uns nur durch den Epheu, Hedera Helix L.[244]), vertreten, einem mittelst kurzer Luft- oder Haftwurzeln an Baumstämmen humoser, steiniger Wälder, an Mauern und Felsen hoch kletternden oder am Boden kriechenden Strauche mit immergrünen lederigen, kahlen, oberseits glänzend dunkelgrünen und meist weißaderigen, unterseits matt hellgrünen, nebenblattlosen, ganzrandigen Blättern, die an nicht blühenden Pflanzen und Zweigen aus herzförmigem Grunde lappig-fünfeckig, an blühenden Zweigen eiförmig und lang zugespitzt sind. Seine im Oktober und November sich öffnenden Blüten stehen in traubig oder rispenförmig geordneten Dolden; ihr Kelch ist klein fünfzähnig, die grünlichgelbe Krone fünfblätterig, der innerhalb der fünf Staubgefäße befindliche Diskus geht in den kurzen säulenförmigen Griffel über, der fünffächerige kreiselförmige Fruchtknoten wird zu einer erst im nächsten Frühjahre reifenden schwarzen, bläulich bereiften, fast kugeligen, erbsengroßen Beere, deren eckige Samen ein runzelig-faltiges Endosperm besitzen. Die geographische Verbreitung des Epheus erstreckt sich über fast ganz Europa, die Kaukasusländer und Nordafrika.

§ 164. Die dritte große Familie der Umbelliferae (Doldenpflanzen)[245]) enthält fast nur Kräuter mit meist hohlen Stengelgliedern und spiralig gestellten, selten ungeteilten oder nur gelappten, allermeist bis dreifach-fiederschnittigen oder zusammengesetzt-dreifach-fiederteiligen, nebenblattlosen aber mit meist kräftig scheidiger Stielbasis versehenen Blättern, deren obere gewöhnlich allmählich und oft bis fast auf die Blattstielscheide reduziert sind. Die Blüten stehen selten in einfachen (Sanicula, Astrantia), meist in zusammengesetzten schirmförmigen Dolden, unter deren Verzweigungen sich oft noch Hochblatthüllen finden, von denen diejenigen unter den Hauptstrahlen (der Gesamtdolde) als Hülle (involucrum), diejenigen ihrer Verzweigungen (der Einzelblütenstände oder Döldchen) als Hüllchen (involucellum) bezeichnet werden. Die kleinen und gewöhnlich weißen Blüten sind zwitterig oder meist einhäusig-vielehig und aktinomorph, häufig jedoch die äußern der Dolde infolge mehr oder weniger starker Vergrößerung der nach außen gewendeten Kronblätter zygomorph, in welchem Falle der Blütenstand als „strahlende" Dolde unterschieden wird. Die Einzelblüte besitzt einen rudimentären aus fünf kleinen Zähnchen gebildeten, oft kaum angedeuteten Kelch, eine fünfblätterige Krone, deren Blättchen oft durch eine scharf einwärts gebogene Spitze herzförmig oder zweilappig erscheinen, ferner fünf in der Knospe einwärts gebogene Staubgefäße. Der Fruchtknoten ist stets zweifächerig, die Samenknospe jedes Faches mit der Mikropyle nach innen gekehrt, und die beiden meist hornartig nach außen gebogenen Griffel sind am Grunde zum meist mächtigen Diskus, dem Griffelpolster angeschwollen. Bei der Reife spalten sich die beiden Fruchtfächer in zwei Teilfrüchte, jede eine vom bleibenden Griffel gekrönte Achäne (trockene, dünnschalige, einsamige Schließfrucht) darstellend, welche sich von einer stehenbleibenden einfachen oder gewöhnlich mehr oder minder tief gabelig gespaltenen Mittelsäule der Fruchtknotenscheidenwand, dem Fruchtträger, ablöst und an der Spitze des letzteren noch eine Zeit lang hängen bleibt. Der Bau der Fruchtschale ist für die Systematik der Doldenpflanzen wichtig. Jede Teilfrucht besitzt gewöhnlich fünf Längsrippen: zwei an der Trennungsfläche (Kommissur, Fugenfläche) verlaufende Randrippen, eine auf der Mittellinie des Rückens verlaufende Rückenrippe und zwischen beiden rechts und links je eine Mittelrippe. Die Vertiefungen zwischen diesen Hauptrippen heißen „Thälchen". Treten in den Thälchen noch weitere (meist schwächere) Längsrippen auf, so werden diese als Nebenrippen von den ersterwähnten Hauptrippen unterschieden. Unter den Thälchen (jedoch oft auch auf der Fugenfläche) verlaufen in der Fruchtwand Oelkanäle (mit ätherischem Oel) in oft bestimmter Zahl und Ordnung. Wichtig ist

244) Buchenau, Zur Morphologie von H. H.; Bot. Zeit. 1867, S. 233, Taf. 9.

245) Sieler, Beiträge z. Entwickelungsgeschichte d. Blüthenstandes u. d. Blüthe d. d. Umb.; Bot. Zeit. 1870, S. 361, Taf. 6. De Lanessan, Observations sur le développement du fruit des Ombellifères; Bull. de la Soc. bot. de France 1874. Moynier de Villepoix, Recherches sur les canaux sécréteurs du fruit des Ombellifères; Annal. d. scienc. natur. 6. sér. V. 348, tab. 16, 17. Lange, Ueb. d. Entwickel. d. Oelbehälter in d. Früchten d. Umb.; 4° mit 1 Taf., Königsberg 1884.

ferner für die Systematik die Gestalt des Endosperms (resp. Samens) auf der Fugenfläche, nach welcher drei Sektionen unterschieden werden: Orthospermae mit auf der Fugenfläche flachem oder selbst konvexem Endosperm; Campylospermae, deren Endosperm auf der Fugenfläche infolge der einwärts gebogenen Ränder eine tiefe Längsfurche besitzt, und Coelospermae, deren Endosperm auf der Fugenfläche gleichmäßig bis fast halbkugelig ausgehöhlt erscheint. Zu letzteren gehört von Kulturpflanzen der Coriander, die Mehrzahl der Arten zu den anderen beiden Abteilungen.

Von Waldbewohnern haben wir aus der Sektion der Orthospermae zu erwähnen: die Unterfamilie der Saniculeae, welche durch einfache oder unvollständig zusammengesetzte, kopfige oder büschelige Dolden, von der Mitte an eingebogene Blumenblätter und im Querschnitte fast kreisrunde Früchte charakterisiert ist und in welcher Sanicula europaea L. (Sanikel) der Laubwälder sich durch handförmig-fünfteilige Blätter mit dreispaltigen, eingeschnitten-gesägten Lappen, kopfförmige Döldchen und fast kugelige, rippenlose aber zahlreiche Oelkanäle führende und mit hakenförmigen Stacheln dicht besetzte Früchte auszeichnet. Alle folgenden Unterfamilien besitzen regelmäßig zusammengesetzte Dolden. Unter diesen sind zunächst die Ammieae mit von der Seite zusammengedrückten und wegen der verschmälerten Fugenfläche meist zweiknotigen Früchten mit ungeflügelten Hauptrippen und ohne Nebenrippen zu nennen. Zu ihnen gehört als eine wegen der ungeteilten ganzrandigen und bisweilen selbst grasartigen Blätter auch habituell auffallende Gattung Bupleurum Tourn. (Hasenohr), außerdem gekennzeichnet durch undeutlichen Kelchsaum, ungeteilte gestutzte, gelbe oder grünlichgelbe Kronblätter und die scharfen Rippen der Früchte. B. falcatum L., an Waldrändern und in Hecken zerstreut auftretend, besitzt untere elliptische bis längliche und obere lanzettliche Blätter mit mehreren starken Längsnerven, das in Bergwäldern vorkommende B. longifolium L. eiförmig-längliche Blätter (die mittleren und oberen mit herzförmigem Grunde stengelumfassend) mit netziger Nervatur. Die Gattung Pimpinella L. (Bibernelle) ist durch geteilte Blätter, durch die eingebogene Spitze herzförmige weiße Kronblätter und fadenförmige Fruchtrippen verschieden, außerdem durch die fehlenden Hüllchen, tief zweispaltigen Fruchtträger und Thälchen mit mehreren Oelkanälen charakterisiert. P. magna L., mit kantig-gefurchtem, auch oberwärts mit fiederspaltigen Blättern (mit kurzgestielten Fiedern) besetztem Stengel, wächst an Waldrändern, in Gebüschen ꝛc. Die Seselineae, durch im Querschnitte kreisrunde Früchte von vorigen verschieden, zeigen in der Gattung Seseli L. (Sesel) fünf kurze, dicke, bleibende Kelchzähne, tief zweiteiligen Fruchtträger und meist einen Oelkanal in jedem Fruchtthälchen; S. annuum L. mit dreifach-fiederteiligen, lineal-zipfeligen Blättern mit rinnenförmigen Blattstielen und 20—30strahligen Dolden mit freiblätterigen Hüllchen, findet sich in trockenen Laubwäldern (Waldwiesen). Die in Bergwäldern zerstreut auftretende Libanotis montana Crantz (Heilwurz) besitzt abfallende pfriemenförmige Kelchzähne und doppelt- bis dreifach-fiederteilige Blätter mit lanzettlichen stachelspitzigen Zipfeln. In der Unterfamilie der Angeliceae sind die Früchte vom Rücken her zusammengedrückt, ihre Seitenrippen stets breit geflügelt und die Flügel beider Teilfrüchte von einander abstehend, die Fruchtträger zweiteilig. Von den zugehörigen Gattungen ist Angelica L. (Engelwurz) durch meist fehlende oder 1—3blätterige Hülle, undeutlichen Kelchsaum, lanzettliche Kronblätter und fadenförmige rückenständige Rippen der in den Thälern je einen Oelkanal führenden und bei der Reife sich nicht in Schichten trennenden Fruchtschale gekennzeichnet. Die in feuchten namentlich Auenwäldern nicht seltene hohe A. silvestris L. ist an den stark bauchig aufgeblasenen Scheiden der dreifach-fiederteiligen Blätter und den scharf gesägten, nicht herablaufenden, eiförmigen Fiedern der letzteren leicht kenntlich. Von der Engelwurz unterscheidet sich Selinum Carvifolia L. durch gefurcht-scharfkantigen Stengel, tief fiederspaltige oder eingeschnittene Blattfiederchen, gedrungene Dolden, verkehrt-eiförmige Kronblätter und sämtlich geflügelte Fruchtrippen. Die Peucedaneae sind von den vorigen dadurch verschieden, daß die Randflügel der Früchte flach aneinanderliegen und die Seitenrippen in diese Flügel übergehen oder gar auf letzteren liegen. Die Gattung Peucedanum L. (Haarstrang) selbst zeigt die Seitenrippen am Grunde des Randflügels, die übrigen Fruchtrippen fadenförmig, die Thälchen mit nur einem Oelkanale und die Fugenfläche mit zwei oberflächlich liegenden Oelgängen versehen. P. officinale L., auf Waldblößen zerstreut, besitzt fünfmal dreizählig-zusammengesetzte Blätter mit linealischen Blättchen und nicht rinnenförmigen Blattstielen, wenige bald abfallende Hüllblätter und zahlreiche borstenförmige Hüllchenblätter. Bei dem Bergwälder bewohnenden, durch reichblätterige bleibende Hülle und Hüllchen ausgezeichneten P. Cervaria Cuss. sind die dreifach fiederteiligen Blätter mit oberseits rinnigen Blattstielen und eiförmigen, fast dornig gesägten, meergrünen Fiedern versehen, bei dem verwandten P. Oreoselinum Mönch der Waldränder und Hügel die glänzend grünen Fiederchen eingeschnitten oder fast fiederspaltig gezähnt. Die verwandte Gattung Heracleum L. (Bärenklau — das rauhhaarige, fiederteilige Blätter mit gelappten oder handförmig geteilten Fiedern besitzende H. Sphondylium L. in Wäldern meist gemein) unterscheidet sich durch die weit von den übrigen Rippen entfernt auf den Randflügeln selbst liegenden Randrippen. Von allen voraufgehenden Unterfamilien ist dann diejenige der Silerineae nebst der folgenden dadurch unterscheidbar, daß in den Thälchen zwischen den fünf Hauptrippen noch je eine schwächere Nebenrippe vorhanden ist; dabei bilden bei der ein-

zigen deutschen hierher gehörigen Gattung Siler Scop. (Roßkümmel) die seitlichen Hauptrippen den Fruchtrand selbst. S. trilobum Scop., die einzige zerstreut auftretende Art, besitzt dreizählige Blätter mit großen dreilappigen, gekerbten Blättchen. Dagegen liegen bei der zur Unterfamilie der Thapsieae gehörenden Gattung Laserpitium Tourn. (Laserkraut) die seitlichen Hauptrippen auf der Fugenfläche und die Nebenrippen sind bei unseren Arten sämtlich geflügelt. L. latifolium L., in Bergwäldern heimisch, besitzt stielrunde, gestreifte, kahle Stengel und dreizählig-doppelt-fiederspaltige Blätter mit herzeiförmigen gesägten Fiederchen, das an gleichen Orten wachsende L. prutenicum L. gefurchte rauhhaarige Stengel und doppelt-fiederteilige Blätter mit lanzettlichen Fiederchen.

Aus der Sektion der Campylospermae (S. 475) ist als eine Unterfamilie, welche auf den von der Seite zusammengedrückten oder fast stielrunden Früchten wie die vorigen fünf fadenförmige Haupt- und vier mit Stachelborsten besetzte Nebenrippen besitzt, diejenige der Caucalineae zu nennen, in welcher der hier zu erwähnende, an Waldrändern gemeine Klettenkerbel, Torilis Anthriscus Gmel., auch noch die Thälchen und daher die ganze Frucht dicht (aber nicht widerhakig) stachelig zeigt. Ferner sind bei ihm die Stengel von rückwärts angedrückten, steifen Haaren rauh, die Fiederchen seiner doppelt-fiederteiligen Blätter länglich und eingeschnitten-gesägt, die Doldenhülle reichblätterig. Aus der durch geschnäbelte und nur mit den fünf Hauptrippen versehene Früchte von der vorigen unterschiedenen Unterfamilie der Scandiceae ist zunächst die Gattung Anthriscus Hoffm. (Kerbel) hervorzuheben, bei welcher der Fruchtträger kurz zweispaltig ist, die Thälchen ohne oder nur mit undeutlichen Oelkanälen versehen, die Rippen überhaupt nur am Fruchtschnabel deutlich entwickelt sind. Der in Wäldern oft gemeine Waldkerbel, A. silvestris Hoffm, besitzt 2—3fach-fiederteilige Blätter mit länglich-lanzettlichen spitzen Zipfeln, von den übrigen an Größe wenig verschiedene Randblüten und ihren Stiel an Länge meist übertreffende, glatte oder zerstreut knotige Früchte. In der Gattung Chaerophyllum L. (Kälberkropf) hingegen sind die stumpfen Rippen an der ganzen Frucht, desgleichen der in jedem Thälchen einzeln verlaufende Oelkanal deutlich entwickelt. Unter den in Wäldern oder an Waldrändern wachsenden Arten zeichnet sich zunächst Ch. hirsutum L. durch unter dem Knoten nicht verdickte, meist rauhhaarige Stengelglieder, doppelt-dreizählige Blätter mit 2—3spaltigen oder fiederspaltigen Blättchen und gewimperte Kronblätter aus. Bei Ch. temulum L. dagegen sind die Stengelglieder unter den Knoten verdickt, die Fiederchen der doppelt-fiederteiligen Blätter lappig-fiederspaltig mit eiförmigen bis länglichen, stumpfen Zipfeln, die Kronblätter ungewimpert; bei dem nächstverwandten Ch. bulbosum L. die Zipfel der 3—4fach-fiederteiligen Blätter schmal-linealisch und spitz. Die letzte, hier nur durch Conium maculatum L. (gefleckter Schierling) repräsentierte Familie der Smyrneae besitzt aufgetriebene, ungeschnäbelte, meist von der Seite zusammengedrückte Früchte, deren Rippen bei der genannten Gattung wellig gekerbt, deren Thälchen ohne Oelkanäle sind. Die auf steinigen Waldblößen und an Waldrändern zerstreut auftretende Art zeigt einen kahlen, zart gerillten, unten bereiften und rot gefleckten Stengel und dreifach-fiederteilige Blätter mit hohlen Stielen und gesägten, stachelspitzigen Zipfeln.

13. Ordnung. Saxifraginae.

§ 165. Die meist zwitterigen und aktinomorphen Blüten dieser Ordnung sind in allen Uebergängen hypogyn bis peri- oder völlig epigyn ausgebildet, im meist gut entwickelten Kelche und in der Krone gewöhnlich fünfzählig, bisweilen jedoch auch mehr- bis vielzählig. Ihr obdiplostemonisches Andröceum besitzt bald beide fünfzähligen Kreise oder wird durch Fehlen oder Umbildung der Kronstaubfäden fünfzählig; selten tritt es in noch weniger oder umgekehrt mit zahlreichen Gliedern auf. Das Gynäceum ist der Krone gleich- oder minderzählig bis auf häufig nur zwei Carpelle, dabei völlig oder doch in der oberen Hälfte apokarp, selten vollständig synkarp, die Griffel aber auch im letzten Falle frei. Von den hierher gehörenden Familien enthält diejenige der

Crassulaceae (Dickblattgewächse)[246] Kräuter und Halbsträucher sehr verschiedener Tracht, jedoch häufig und namentlich in den meist einfachen, nebenblattlosen Blättern mehr oder weniger fleischig und saftreich. Die Blüten wechseln in den Zahlen ihrer Blattkreise von 4—30zählig; bei Sedum sind sie 4—7zählig mit 8—14 Staubgefäßen und 4—7 Pistillen (allerdings meist fünfzählig), und bei Sempervivum sogar 6—30zählig. Dabei sind die in der Zahl der Kronblätter vorhandenen Carpelle allermeist völlig apokarp und jedes am Grunde noch von einem verschieden gestalteten Diskusschüppchen gestützt, sonst einfächerig, an der Bauchnaht gewöhnlich zahlreiche Samenknospen tragend und sich zu einer Balgkapsel entwickelnd, deren zahlreiche kleine Samen kein oder nur spärliches Endosperm und einen geraden Keimling führen. Die meisten heimischen Mitglieder der artenreichen Familie lieben trockene, sonnige Standorte (Felsen, Mauern, Sandfelder). Aus der oben bereits charakterisierten Gattung Sedum L. (Fetthenne) findet man in trockenen Wäldern S. maximum Sut. als eine der größten Arten mit grünlichgelben, ziemlich große Trugdolden bildenden Blüten und gegen- oder zu drei

246) Koch, Untersuchungen üb. d. Entwickl. d. Crass.; 4° mit 16 Taf., Heidelberg 1879.

wirtelständigen, eiförmigen bis länglichen, gesägt-gezähnten Blättern, die unteren derselben mit breitem, die oberen mit herzförmigem Grunde sitzend. Von ihr unterscheidet sich S. purpureum Lk. durch purpurne Blüten, untere kurz gestielte und obere mit abgerundetem Grunde sitzende Blätter.

§ 166. Die nächstverwandte Familie der

Saxifragaceae (Steinbrechgewächse) ist durch allermeist 4—5zählige Blüten mit doppeltem oder einfachem (sehr selten vielgliederigem) Andröceum und namentlich durch den mit 2—5 Carpellen vollständig oder wenigstens im unteren Teile synkarpen und in allen Graden ober- bis völlig unterständigen Fruchtknoten, sowie durch meist endospermreiche Samen gekennzeichnet. Im übrigen herrscht aber eine solche Mannigfaltigkeit im Blütenbau wie in der Tracht (von kleinen moosartig aussehenden Kräutern bis großen Bäumen), daß die neun (bei uns nur zu drei heimischen) Unterfamilien vielfach als eigene Familien betrachtet werden. Außer den Parnassieae (Parnassia palustris L.) und Philadelpheae (Philadelphus coronarius L., Pfeifenstrauch, durch 4—5zählige Blüten mit zahlreichen Staubgefäßen ausgezeichnet, bei uns verwildert) gehören als heimische Unterfamilien hierher noch die

Saxifrageae (Steinbrechpflanzen): Kräuter mit meist wechselständigen, oft eine grundständige Rosette bildenden Blättern ohne Nebenblätter und meist fünfzähligen, kurz perigynen bis fast epigynen Blüten mit meist gut entwickelter Krone, gewöhnlich zehn (selten fünf) Staubgefäßen, meist zweifächerigem und im oberen Teile apokarpen, zu einer Kapsel sich entwickelnden Fruchtknoten. Von den beiden deutschen Gattungen ist Saxifraga L. (Steinbrech) durch fünfspaltigen oder -teiligen Kelch, fünfblätterige Krone, zehn Staubgefäße, zweifächerigen Fruchtknoten mit axilen Placenten und zweifächerige, zwischen den bleibenden Griffeln mit einem Loche aufspringende Kapsel ausgezeichnet, die auf grasigen Waldplätzen und an Waldrändern vorkommende S. granulata L. durch langgestielte, rundlich-nierenförmige, gekerbte Rosettenblätter, deren unterste Brutzwiebelchen in den Achseln tragen, durch armblätterigen Stengel und ziemlich große weiße, Trugdolden bildende Blüten. Chrysosplenium Tourn. (Goldmilz) dagegen besitzt einen vierspaltigen korollinischen Kelch, keine Krone, acht Staubgefäße, einfächerigen Fruchtknoten mit Parietalplacenten und eine bis zur Mitte zweiklappige einfächerige Kapsel. Das an Bächen und quelligen oder sumpfigen Stellen in Laubwäldern und Brüchen wachsende kleine Ch. alternifolium L. besitzt wechselständige, rundlich-nierenförmige, tief gekerbte Blätter, deren obere samt den gedrungenen Trugdolden goldgelb überlaufen sind, das an gleichen Orten vorkommende Ch. oppositifolium L. gegenständige Blätter. — Die Unterfamilie der

Ribesiaceae (Grossulariaceae, Johannis- und Stachelbeergewächse)[247]) enthält nur die Gattung Ribes L.: Sträucher mit wechselständigen einfachen, handnervigen, handförmig gelappten und in der Knospe meist fächerförmig gefalteten Blättern ohne oder mit dem scheidigen Blattstielgrunde angewachsenen Nebenblättern. Ihre Trauben bildenden zwitterigen oder durch Abort eingeschlechtigen, 5zähligen Blüten besitzen gegliederte Blütenstiele mit gewöhnlich 2 Vorblättern und einen oft kronenartig gefärbten glocken- oder röhrenförmigen Kelch mit 5lappigem Saume, während die samt den 5 Staubgefäßen dem Kelchschlunde eingefügten 5 Kronblätter meist klein, schuppenförmig und unansehnlicher sind. Der aus 2 Carpellen gebildete, völlig unterständige, einfächerige und mit 2 Parietalplazenten und 2ästigem Griffel versehene Fruchtknoten wird zu einer sehr saftigen, vom vertrockneten Kelche und dem Griffel gekrönten Beere. Von den 60 Arten der durch die gemäßigten Klimate der nördlichen Erdhälfte und die südamerikanischen Anden zerstreuten Gattung sind bei uns die folgenden heimisch. Zur Untergattung Grossularia DC. mit stacheligen Zweigen und auf 1—3 Blüten reduzierten Trauben gehört nur die wie die meisten Arten im April und Mai an Waldrändern, in Hecken 2c. blühende Stachelbeere, R. Grossularia L. Sie trägt dicht unter den Blättern auf den „Blattkissen" der Langtriebe (und daher auch unter den aus den Achselknospen entwickelten dichtblätterigen Kurztrieben) einen oder meist drei kräftige, am Grunde verwachsene, sowie an üppigen Trieben außerdem oft noch feinere zerstreut stehende Stacheln. Die beider- oder unterseits nebst den Blattstielen weichhaarigen, rundlichen bis eiförmigen Blätter sind 3—5lappig und eingeschnitten-gekerbt; die zurückgeschlagenen länglichen Zipfel des glockigen und außen samt Fruchtknoten weißhaarigen Kelches sind innen meist schmutzig rot, die verkehrt-eiförmigen,

247) Braun, Ueber einige morphologische Eigenthümlichkeiten d. Gatt. Ribes; Verhandl. d. bot. Ver. d. Prov. Brandenburg 1874, S. 91.

aufrechten Kronblätter weiß. Die bei den kultivierten Pflanzen sehr verschiedenen Beeren sind an der wilden Pflanze klein, kugelig, rot und dicht steifborstig. — Die alle folgenden Arten einschließende Untergattung Ribesia DC. (Johannisbeere) ist durch stachellose Zweige und (wenigstens die männlichen) vielblütige Trauben charakterisiert. Unter ihnen ist zunächst die bis Mittel- und Westdeutschland an gleichen Orten wie die vorige Art vorkommende Alpen-J. (R. alpinum L.) durch zweihäusige Blüten in aufrechten, drüsig behaarten Trauben ausgezeichnet, letztere an den männlichen Pflanzen reichblütig und grünlichgelb, bei den weiblichen armblütig und mehr grünlich, bei beiden von den häutigen lanzettlichen Deckblättern meist überragt; ihr Kelch ist beckenförmig, die eiförmigen Kelchzipfel sind viermal länger als die spatelförmigen Kronblätter, die fade schmeckenden kugeligen Beeren scharlachrot. Die bräunlich- bis graugelben jüngeren Zweige werden nach Abstoßung der wie bei allen Arten in dünnen häutigen Streifen sich ablösenden Außenrinde nebst Epidermis aschgrau, später kastanienbraun; die einwärts gekrümmten spindelförmigen, spitzen Knospen sind hellbraun, die Blätter aus gestutztem bis herzförmigem Grunde meist nur tief 3lappig, eingeschnitten-gekerbt und ihr Stiel drüsig behaart. Die rote J. (R. rubrum L.) besitzt wie die verwandte folgende Art Zwitterblüten in hängenden Trauben mit sehr kleinen und in diesem Falle eiförmigen Deckblättern. Die einjährigen Zweige sind gelb- bis graubraun und tragen eikegelförmige spitze, deutlich kurz und dick gestielte, dunkelbraune und etwas grauhaarige, abstehende Knospen. Die 3—5lappigen, am Grunde herzförmigen, grob gekerbten, jung weichhaarigen Blätter sind im Alter meist ganz kahl und stets drüsenlos, die Trauben gleichfalls kahl. Die abstehenden spatelförmigen Zipfel des beckenförmigen, drüsenlosen und kahlen, grünlichgelben Kelches sind viel länger als die keilförmigen gleichfarbigen Kronblätter, die erbsengroßen kugeligen Beeren rot (in Gärten auch gelb und weiß). Die wilde Pflanze mit kurzen Trauben, bräunlichen Blüten und jung stark behaarten Blättern kommt bei uns sehr selten vor, meist nur die an Waldrändern und in Hecken verwilderte Kulturpflanze. Die schwarze J. (R. nigrum L.), in nassen Laub- und Bruchwäldern heimisch, unterscheidet sich durch die auf den einjährigen Zweigen, den hell gelblichbraunen Laubknospen (deren Stielen und Schuppen), der Unterseite der fast doppelt gesägten Blätter, dem Kelche und den Früchten meist reichlich vorhandenen kleinen goldgelben, kopfigen Drüsen, welche allen diesen Organen (besonders beim Reiben oder Brechen) den eigentümlichen moschusartigen Geruch verleihen. Außerdem ist sie gekennzeichnet durch weichhaarige Blattstiele und Trauben, pfriemliche Deckblättchen der Blüten, glockenförmigen und grünlichroten, weichhaarigen Kelch mit länglichen zurückgerollten Zipfeln (die 3mal länger als die länglichen, gelblichgrünen Kronblätter sind) und schwarze Beeren.

§ 167. Als eine Familie von zweifelhafter Verwandtschaft, jetzt aber am häufigsten den Saxifraginen zugeordnet, von Schönland[248]) mit den Spiraeaceen in Beziehung gebracht, ist noch diejenige der

Platanaceae (Platanen) mit der einzigen Gattung Platanus L. zu nennen: meist Bäume mit dünner, jährlich periodisch in Schuppen sich ablösender Borke und wechselständigen großen, handförmig genervten und gelappten Blättern mit tutenförmig verwachsenen Nebenblättern, außerdem mit kegeligem und hohlem, die Achselknospen völlig einschließendem Blattstielgrunde. Die einhäusigen Blüten stehen in terminalen hängenden Aehren, von denen jede aus zwei oder mehr entfernt stehenden kugeligen Köpfchen gebildet wird. In beiderlei Köpfchen stehen zahlreiche Blüten dicht gedrängt, diejenigen der männlichen 3- und 4zählig gebauten mit rudimentärer Blütenhülle aus langbehaarten Kelch- und mit ihnen abwechselnden Kronblättchen, sowie 3—4 Staubgefäßen und bisweilen auch

248) Schönland, Ueber d. Entwickl. d. Blüthen u. Frucht b. d. Platanen; Engler's botan. Jahrb. IV. 308, Taf. 6.

Pistillrudimenten versehen, die ähnlichen perigynen der weiblichen Köpfchen mit 3—4 Pistillen und mit oder ohne Staminodien. Der einfächerige Fruchtknoten besitzt 1—2 aus dem Fachscheitel herabhängende geradläufige Samenknospen und einen an der Spitze hakig gekrümmten Griffel. Die männlichen Köpfchen fallen nach der Blütezeit (Mai) ab; in den weiblichen bleiben die von langen steifen Haaren umgebenen, vom bleibenden Griffel gekrönten lederigen, einsamigen Nüßchen dicht gedrängt stehen. Der Same enthält einen axilen geraden Embryo im gering entwickelten Endosperm. Von den 5 Arten werden bei uns kultiviert: die nordamerikanische, bis 30 m hoch werdende P. occidentalis L. mit kleinschuppig sich ablösender Borke und meist seicht 3lappigen, unterseits mit gelblichweißem mehligem, leicht abreibbarem Filze bekleideten Blättern mit grobbuchtig-gezähnten Lappen — und die in Südosteuropa und im Oriente heimische empfindlichere P. orientalis L. mit in großen Platten sich lösender Borke und tief handförmig-5lappigen, unterseits gleich filzigen Blättern mit länglichen bis lanzettlichen, buchtig-gezähnten oder eingeschnittenen, spitzen Lappen.

14. Ordnung. Myrtiflorae.

§ 168. Die meist auch gegenständige Blätter besitzenden Mitglieder dieser Ordnung entwickeln fast durchweg zwitterige, aktinomorphe, epigyne oder bisweilen perigyne, in der Regel 4—5zählige Blüten mit in der Knospe klappigem Kelche, in der Regel gut entwickelter Krone und zwei Staubgefäßkreisen; doch kann von letzteren bisweilen einer fehlen, oder es sind die Staubgefäße durch Verzweigung zahlreich vorhanden, wie bei den meisten Myrtaceen. Der stets synkarpe und meist auch verwachsene Griffel tragende Fruchtknoten ist gewöhnlich der Zahl der Carpelle (zwei bis viele) entsprechend gefächert. Die Mehrzahl der Familien und Arten ist außerdeutsch; von in Deutschland vertretenen gehören außer den kleinen wasserbewohnenden Halorbagidaceae (Hippuris L., Myriophyllum Vaill.) hierher die

Onagraceae (Nachtkerzengewächse), meist Kräuter mit nebenblattlosen gegen- oder wechselständigen und gewöhnlich auch ungeteilten Blättern und einzeln achselständigen oder zu terminalen Trauben und Rispen geordneten, allermeist vierzähligen (bisweilen zweizähligen) Blüten mit in der Knospe gedrehter Krone und vier oder meist acht freien Staubgefäßen, deren Pollenzellen mittelst Viscinfäden zusammenhängen. Der unterständige, aus vier Carpellen gebildete und vierfächerige Fruchtknoten führt im Innenwinkel der Fächer zahlreiche gegenläufige Samenknospen, trägt nur einen Griffel mit häufig vierlappiger Narbe und wird zur Kapsel mit endospermfreien, einen geraden Embryo enthaltenden Samen. Unter den bei uns vertretenen Gattungen ist die zur Bastardierung leicht geneigte, nur unter Zuhilfenahme der unterirdischen Organe (Ausläufer) sichere Artenunterscheidung ermöglichende Gattung Epilobium L. (Weidenröschen)[249]) durch die über den Fruchtknoten weit hinaus verlängerte „Kelchröhre" ausgezeichnet, welche auf ihrem Saume vier Kelch-, vier Kronblätter und acht Staubgefäße trägt; ferner durch die linealische und mehr oder minder vierkantige (schotenartige), vierfächerige, vierklappig-fachspaltige Kapsel und die mit einem Schopfe feiner weißer Haare versehenen Samen. Von den Waldbewohnern ist das Blößen und Schläge gesellig bedeckende, von Juli bis September blühende E. angustifolium L. das auffallendste, ausgezeichnet durch zerstreut stehende lanzettliche, spitze, ganzrandige oder sparsam drüsig-gezähnelte, unterseits weißlichgrüne, kräftig aderige Blätter und verlängerte Trauben großer purpurner Blüten mit ausgebreiteten genagelten Kronblättern und abwärts geneigten Staubgefäßen und Griffel. Das in Waldsümpfen auftretende E. hirsutum L. besitzt wie die folgende Art am stielrunden und meist ästigen Stengel untere gegen- und obere wechselständige Blätter, trichterförmige Krone und aufrechte Staubgefäße und Griffel mit getrennten abstehenden Narbenästen, ist aber zottig behaart, seine länglich-lanzettlichen und entfernt klein gesägten Blätter sind mit stengelumfassendem Grunde sitzend und die großen Blüten dunkelpurpurn. Das in Wäldern, auf Schlägen 2c. wachsende E. montanum L. dagegen besitzt einen meist angedrückt behaarten Stengel, untere gestielte eiförmige bis eilanzettliche, ungleich gezähnt-gesägte Blätter und mittelgroße rosafarbene bis weißliche Blüten. — Bei der zweiten Gattung Circaea Tourn. (Hexenkraut) sitzen die zwei Kelch-, zwei Kronblätter und zwei Staubgefäße dem Fruchtknoten nur mit kurzer Kelchröhre auf und die 1—2fächerige nußartige, mit hakigen Haaren dicht besetzte Frucht besitzt in jedem Fache nur einen Samen ohne Haarschopf. Die drei in feuchten, schattigen Wäldern vorkommenden Arten haben gegenständige gestielte, herz- oder eiförmige, buchtig-gezähnte Blätter und kleine weiße oder rötliche Blüten in lockeren Trauben; C. lutetiana L. ohne Blütendeckblätter, mit Krone von der Länge des Kelches; C. intermedia Ehrh. von ihr durch kleine

---

249) Haußknecht, Monographie d. Gatt. Epil.; 4° mit 23 Taf., Jena 1884.

borstenförmige Deckblätter verschieden, C. alpina L. von letzterer durch vom Kelche überragte Krone.

Die Familie der Lythraceae (Weiderichgewächse) ist von voriger verschieden durch perigyne 3—16zählige (häufig sechszählige) Blüten, welche zwischen den Kelchlappen häufig noch Zwischenzipfel („Nebenkelch" aus Nebenblattbildungen der Kelchglieder), in der Knospe häufig geknitterte Krone und gewöhnlich zwei Staubblattkreise besitzen. Der freie, synkarp aus 2—6 Fruchtblättern gebildete und vollständig oder unvollständig gefächerte Fruchtknoten mit meist zahlreichen Samenknospen entwickelt sich meist zur Kapsel mit endospermfreien, einen geraden Embryo einschließenden Samen. Im übrigen ist die fast durchweg tropische Familie sehr formenreich. Bei uns ist in Auenwäldern, feuchten Gebüschen, in Waldsümpfen Lythrum Salicaria L. (Weiderich) eine häufige, mehr oder weniger behaarte Pflanze mit meist einfachem Stengel, gegen- oder zu drei wirtelständigen, sitzenden, aus herzförmigem Grunde lanzettlichen, spitzen Blättern und zu einer langen Aehre geordneten Quirlen kurzgestielter Blüten mit zwölf abwechselnd längeren Kelchzähnen, sechs purpurnen Kronblättern, zwölf Staubgefäßen und unvollständig zweifächerigem Fruchtknoten.

15. Ordnung. Thymelaeinae.

§ 169. Aktinomorphe, typisch vier- (doch auch fünf-)zählige, perigyne Blüten mit meist korollinischem Kelche, gewöhnlich ohne Krone, mit zwei (bisweilen nur einem) Staubgefäßwirteln und fast ausnahmslos monomerem einfächerigem Fruchtknoten mit nur einer gegenläufigen Samenknospe, bilden den Charakter dieser meist Holzgewächse ohne Nebenblätter enthaltenden Ordnung. Sie ist in unserem Gebiete nur mit wenigen Arten der folgenden beiden Familien repräsentiert, von denen die

Thymelaeaceae (Seidelbastgewächse) spiralig gestellte einfache Blätter, und zwitterige oder durch Fehlschlagen zweihäusige, meist (so bei unseren Arten) vierzählige Blüten besitzen, letztere mit verwachsenblätterigem korollinischem, in der Knospe dachigem Kelche, meist (so bei unseren Arten) ohne Krone, mit acht Staubgefäßen, von denen der episepale Wirtel in der Regel höher in der Kelchröhre eingefügt ist, und mit aus dem Scheitel des meist zur Beere werdenden Fruchtknotens herabhängender Samenknospe. Der Same enthält meist kein Endosperm und einen geraden Embryo mit fleischigen Cotyledonen und nach oben gerichtetem Würzelchen. Aus der ca. 300 Arten enthaltenden, vorzüglich den Mittelmeerländern, Südafrika und Australien angehörenden Familie ist für uns nur die Gattung Daphne L. (Seidelbast, Kellerhals) bemerkenswert: immergrüne oder seltener sommergrüne Holzgewächse mit brennend scharfer, die Haut rötender oder Blasen ziehender Rinde und zwei- bis vielblütigen, end- oder seitenständigen, meist büscheligen oder kopfigen Infloreszenzen gewöhnlich wohlriechender Blüten mit meist cylindrischer und bei unserer Art nach der Blütezeit abfallender Kelchröhre und Beerenfrucht. Der durch fast ganz Europa auf frischem humosem Waldboden (besonders in Gebirgen) verbreitete, schon im Februar bis April vor dem Laubausbruche blühende gemeine K. (Daphne Mezereum L.) ist ein kleiner sommergrüner Strauch mit gelblich grauer und klein braunwarziger Rinde und spiralig gestellten eiförmigen, spitzen, über einspuriger Blattnarbe abstehenden Knospen mit vielen bräunlichen, oft dunkelrot gerandeten Schuppen. Die in den sehr kurzen Stiel keilig verschmälerten, verkehrt-länglich-lanzettlichen, spitzlichen Blätter sind krautig, kahl oder in der Jugend gewimpert, hell- und unterseits fast bläulichgrün. Die meist dreiblütigen sitzenden Trugdolden stehen in den Achseln vorjähriger Blätter von einigen Knospenschuppen gestützt und ihr hellpurpurner (selten weißer) Kelch zeigt eiförmige, stumpfe Lappen etwa von der Länge der außen seidenhaarigen Röhre. Die kleinen Staubgefäße besitzen sehr kurze Filamente, der eiförmige Fruchtknoten eine fast sitzende kopfige Narbe. Die ovale Beere ist scharlachrot, selten gelb gefärbt.

Die zweite Familie der Elaeagnaceae (Oelweidengewächse) ist von voriger vorzüglich durch die im Grunde des Fruchtknotens aufrechte Samenknospe verschieden. Sie enthält Holzgewächse mit oft dornigen Zweigen, die jüngeren der letzteren samt den einfachen meist wechselständigen Blättern, den Blüten und Früchten meist mit silberweißen oder bronzefarbenen, am Rande zierlich gezackten, schildförmigen Schüppchen äußerst dicht bekleidet. Die zwitterigen oder meist eingeschlechtigen Blüten sind 2- oder 4—6zählig, mit verwachsenblätterigem, in der Knospe klappigem Kelche, ohne Krone und von den beiden Staubgefäßwirteln der episepale bisweilen (so bei Elaeagnus) nicht entwickelt. Die Frucht ist eine Achäne, welche von der bleibenden Kelchröhre eingeschlossen wird. Letztere entwickelt sich bei der hier allein zu berücksichtigenden Gattung Hippophaë L. (Sanddorn) zur Zeit der Fruchtreife sogar fleischig, so daß die von ihr eingeschlossene Frucht eine bei H. rhamnoides L. orangefarbene, längliche Scheinbeere wird. Die genannte Art ist ein in unserem Gebiete am sandigen Ufer der Alpenflüsse und an den Nord- und

Ostseeküsten wachsender, an allen jüngeren Organen erst silberweiß, später bronzefarben bis rostbraun beschuppter (schülferiger) dorniger Strauch mit rutenförmigen Zweigen und spiralig gestellten kleinen, kugeligen bis verkehrt-eiförmigen und in Folge einer Ausrandung oft ungleich 2buckeligen, glänzend rostbraunen und schülferigen Knospen über einspuriger Blattnarbe. Die lineal-lanzettlichen Blätter sind oberseits zuletzt dunkelgrün. Die kleinen unscheinbaren Blüten erscheinen mit dem Laubausbruche im April oder Mai einzeln seitlich in den Achseln von Schuppenblättern, aber an dem gewöhnlich als Laubsproß weiterwachsenden Zweige ährig gedrängt. Die männlichen Blüten besitzen einen aus 2 zungenförmigen, außen silberschülferigen Blättchen gebildeten Kelch und 4 Staubgefäße, die weiblichen einen röhrigen 2lappigen, innen gelblichen Kelch mit Fruchtknoten und langer zungenförmiger Narbe.

16. Ordnung. Rosiflorae.

§ 170. Die Ordnung enthält nur die eine Familie der

Rosaceae (Rosengewächse), deren Unterfamilien allerdings vielfach auch als selbständige Familien betrachtet werden, indessen unter Berücksichtigung aller entwickelungsgeschichtlichen Verhältnisse kaum genügend trennbar sind. Am meisten würden vielleicht die Pomaceen Anspruch auf Selbständigkeit erheben können. Die fast stets zwitterigen und actinomorphen Blüten sind bei der Mehrzahl perigyn, d. h. es sind hier Kelch, Krone und Staubgefäße dem Rande einer in allen Uebergangsformen kragen- oder kurz becken- bis krugförmigen oder lang röhrenförmigen Erweiterung der Blütenaxe (Hypanthium, in floristischen Werken wie in ähnlichen Fällen kurz als „Kelchröhre bezeichnet) eingefügt, während ein oder meist mehrere bis viele monomere und einfächerige Pistille (ein apocarpes Gynaeceum) frei im Grunde dieser hohlen Axenerweiterung stehen. Bei den Pomaceen tritt aber eine Verwachsung der Carpelle mit dieser hohlen Blütenaxe zu einem fast oder völlig unterständigen gefächerten Fruchtknoten ein. Nach dem Verhalten der Carpelle zur Zeit der Fruchtreife und dem Umstande, wie die Blütenaxe sich an der Bildung einer Scheinfrucht beteiligt, sind dann die Fruchtformen verschieden. Kelch und Krone sind meist 5zählig (3—15zählig), die Staubgefäße selten mit der Krone gleichzählig oder selbst in geringerer Zahl entwickelt, allermeist zahlreich in mehreren Wirteln vorhanden. Die Samenknospen sind gegenläufig, die allermeist endospermfreien Samen enthalten einen geraden Embryo mit meist planconvexen fleischigen Cotyledonen. Unter den von uns zu berücksichtigenden Unterfamilien sind die

Pruneae (Amygdaleae, Mandelgewächse) dadurch ausgezeichnet, daß die krautige und becher-, krug-, glocken- oder röhrenförmige, nach der Blütezeit abfallende Kelchröhre nur ein freies, einfächeriges Pistill mit 2 kollateral hängenden Samenknospen und einem endständigen Griffel einschließt; ferner durch die infolge Fehlschlagens der einen Samenknospe meist einsamige Steinfrucht (2samige Mandeln als „Vielliebchen"). Sonst sind die Mitglieder charakterisiert als Holzgewächse mit sommer- oder immergrünen einfachen, meist gesägten Blättern mit Nebenblättern und mit in Kelch und Krone meist 5zähligen Blüten in an seitlichen Kurztrieben endständigen, doldigen oder traubigen Infloreszenzen, welche durch die Knospenschuppen und bisweilen auch durch einige Laubblätter gestützt werden. Kelch und die meist ansehnliche (sehr selten fehlende) Krone sind in der Knospe dachig. Die Staubgefäße stehen gewöhnlich zu 15—30 in 2—3 je 5- oder 10zähligen Wirteln. In Deutschland ist nur die Gattung

Prunus Tourn. vertreten, deren Untergattungen oft auch selbständig gestellt werden. Scheiden wir von diesen als hier nebensächlich Amygdalus L. (Mandel — mit saftloser, sammethaariger, bei der Reife unregelmäßig aufspringender Steinfrucht und in der Knospe gefalteten Blättern), Persica Tourn. (Pfirsich — mit sammethaariger saftiger,

nicht aufspringender Steinfrucht, unregelmäßig und tief gefurchten Steinen mit zugleich punktförmigen Gruben, und in der Knospe gefalteten Blättern) und Armeniaca Tourn. (Aprikose — von voriger durch runzelige Steine und in der Knospe gerollte Blätter verschieden) aus, so bleiben als echte Pflaumen und Kirschen (Prunus im engeren Sinne) die Arten mit kahler Steinfrucht und glatten bis gefurchten Steinen ohne punktförmige Gruben. Von diesen ist wieder der den Faulkirschen (Padus) verwandte traubenblütige, immergrüne Kirschlorbeer (Laurocerasus Tourn.) als nur im südlichen Gebiete als Zierpflanze kultivierte kleinasiatische Art auszuschließen. Die übrigen und sommergrünen Arten können gruppiert werden in die Gruppen: Prunus Tourn. (echte Pflaumen, Zwetschen) mit in der Knospe gerollten Blättern, die nicht lang gestielten Blüten in meist nicht von Laubblättern gestützten 1—2blütigen Infloreszenzen in der Regel vor den Blättern erscheinend, die bereiften Steinfrüchte mit oder ohne Längsfurche und mit zusammengedrückten, scharfkantigen Steinen; — Cerasus Tourn. (Kirsche) mit in der Knospe gefalteten Blättern, die lang gestielten Blüten in 2- bis vielblütigen, bisweilen von Laubblättern gestützten Dolden sich kurz vor oder mit den Blättern entwickelnd, die nicht bereifte Steinfrucht ohne Längsfurche, mit glattem, rundlichem Steine; — Padus Mill. (Traubenkirsche) mit in vielblütigen gestreckten oder bisweilen doldenartig gedrungenen Trauben nach dem Laubausbruche erscheinenden Blüten und glatten oder schwach gefurchten Steinen; sonst wie die Kirschen.

§ 171. Aus der Gruppe der Pflaumen (§ 170) ist hier zu erwähnen: P. spinosa L. (Schleh- oder Schwarzdorn), ein mit Ausnahme des äußersten Nordens durch ganz Europa und in den Kaukasusländern im lichteren Walde, an Waldrändern und in Hecken, am liebsten in sonniger Lage auf steinigem Bodeu wachsender und dann stark dornästiger, im Schatten meist wehrloser Strauch mit jung weichhaarigen, im Alter kahlen und glänzend grünlich- bis rotbraunen Zweigen, schwarzbraunen Stämmchen und (wie bei allen Arten spiralig gestellten) sehr kleinen halbkugeligen, hellbraunen, wenigschuppigen Knospen über dreispuriger Blattnarbe, die Tragknospen an kurzen Seitentrieben knäuelig gehäuft. Die an Langtrieben entfernt, an Kurztrieben büschelig gedrängt stehenden, länglich-elliptischen oder lanzettlichen, spitzen oder abgerundeten, in den kurzen Blattstiel keilig verschmälerten, kerbig gesägten Blätter sind im Alter kahl. Die in jeder Knospe meist einzeln stehenden mittelgroßen, weißen Blüten erscheinen im April oder Mai in der Regel vor (var. praecox) oder bisweilen mit dem Laubausbruche (var. coaetanea) und besitzen kahle Stiele. Die kurzgestielten aufrechten, kugeligen bis ellipsoidischen, schwarzpurpurnen und blau bereiften, grün- und herbsauer-fleischigen Früchte erreichen die Größe einer kleinen Kirsche und führen einen runzeligen Stein. — Mit dem Schwarzdorn nächstverwandt ist die angeblich aus dem Kaukasus stammende, in Hecken und an Waldrändern oft als meist wehrloser Strauch verwilderte, als Obstbaum in vielen Varietäten (Krischel, Spilling, Mirabelle, Reineclaude)[250]) allgemein kultivierte Schlehenpflaume oder Haferschlehe, P. insititia L. Dieselbe unterscheidet sich durch (auch einjährig) sammetartig filzige Zweige mit eikegelförmigen, spitzlichen, vielschuppigen, durch dichten Filz graubraunen Knospen, beiderseits oder unterseits flaumig behaarte, eiförmige oder elliptische, an beiden Enden spitzliche, gekerbt-gesägte Blätter, meist zu 2 in jeder Knospe stehende größere, weiße, mit dem Laubausbruche sich öffnende Blüten mit weichhaarigen Stielen und durch nickende größere, kugelige bis längliche, bei der wilden Pflanze schwarze und blau bereifte, grün- und süßfleischige Früchte. Von ihr ist die aus Vorderasien stammende Pflaume oder Zwetsche, P. domestica L. verschieden durch kahle und meist glän-

250) Ueber die Kulturformen dieser u. d. folg. Arten vgl. u. a. Lucas und Oberdieck, Illustriertes Handbuch d. Obstkunde, nebst Lauche's Ergänzungsband; 1859/83. Lauche, Deutsche Pomologie; 4 Bde. 8° mit 200 col. Taf., Berlin 1884.

zend rote einjährige, meist dornspitzige Zweige und kurz kegelförmige spitzere, schwarzbraune, fast kahle Knospen, welche nicht selten von kollateralen Beiknospen begleitet sind. Die elliptischen (meist kürzeren und breiteren) Blätter sind im Alter unterseits oft nur noch auf den Nerven weichhaarig, die (8—14 Tage) später sich öffnenden Blüten grünlichweiß, die hängenden Früchte stets länglich (bei der wilden Form schwarz und blau bereift).

§ 172. Aus der Untergattung der **Kirschen** (§ 170) ist die in Laubwäldern fast ganz Europas (mit Ausnahme des Nordostens und höheren Nordens), des Kaukasus und Kleinasiens, bei uns jedoch oft nur zerstreut vorkommende **Vogel- oder Süßkirsche**, **P. avium L.**, ein bis 23 m hoch werdender, keine Wurzeladventivknospen entwickelnder Baum, dessen braunes glänzendes Stammperiderm sich im Alter in längsrissige, schwärzliche Borke umwandelt. Die einjährigen kahlen Zweige sind unter der aschgrau abschülfernden Epidermis rotbraun, ihre abstehenden, eikegelförmigen, spitzen, vielschuppigen Knospen glänzend rotbraun und kahl, die Tragknospen an Kurztrieben meist gebüschelt. Die verkehrt-eiförmigen bis elliptischen, zugespitzten, einfach oder doppelt drüsig-gesägten, oberseits etwas runzeligen und fast kahlen, unterseits an den Nerven weichhaarigen, weichen und schlaffen Blätter besitzen am Ende des Blattstieles 2 große rote, warzige Drüsen. Die im April und Mai sich entfaltenden Dolden großer weißer Blüten sind nicht von Laubblättern gestützt, die Kronblätter rundlich, die kugeligen Früchte des wilden Baumes 12—15 mm dick, schwarzrot und bitterlich-süß, diejenigen der kultivierten Sorten größer und sehr verschiedenfarbig. Die im Oriente heimische **Sauerkirsche** (**P. Cerasus L.**), welche bei uns in vielen Sorten kultiviert wird und auch verwildert vorkommt, unterscheidet sich durch reichliche Entwickelung von Wurzelbrut, schlankere (oft hängende) Langtriebe, eiförmige, stumpfe Knospen, glatte und kahle steifere Blätter ohne Blattstieldrüsen, von kleinen Laubblättern gestützte Blütendolden und durch süßsaure Früchte mit kugeligem Stein. Die **Zwergkirsche** (**P. Chamaecerasus Jacq.**) unterscheidet sich von der vorigen Art, mit der sie oft verwechselt wird, durch zweierlei Blätter: lanzettliche bis lineal-lanzettliche der Langtriebe und länglich-verkehrt-eiförmige der Kurztriebe, kurz gestielte Blüten in meist nur 3blütigen Dolden, verkehrt-eiförmige Kronblätter und eiförmigen, spitzen Stein der kleinen kugeligen, roten, sauren Früchte. Sie ist ein sehr zerstreut auftretender kleiner bis 1 m hoher Strauch sonniger Hügel, Berghänge und trockener Laubwälder Süd- und Mitteldeutschlands, durch das östliche Mitteleuropa bis Sibirien verbreitet.

Aus der Gruppe der **Traubenkirschen** (§ 170) ist als gemeinste Art feuchter, humoser Laub- und Mischwälder, durch fast ganz Europa, Mittel- und Nordasien verbreitet, die **gemeine T., Faul- oder Ahlkirsche** (**P. Padus L.**) zu nennen, ein Strauch oder Baum mit jung feinflaumigen hellbraunen, später kahlen und grau- oder grünlichbraunen, mit vielen kleinen rundlichen, hellen Lenticellen besetzten Trieben und etwas angedrückten, kegelförmigen, spitzen, kahlen, glänzend schwarzbraunen aber durch die hellen Schuppenränder gescheckten Knospen. Seine länglich-verkehrt-eiförmigen bis elliptischen, zugespitzten, fein und scharf fast doppelt-gesägten Blätter sind fast kahl und schwach runzelig und an der Spitze des Stieles mit 2 Blattstieldrüsen versehen. Die verlängerten überhängenden Trauben sind reichblütig, ihre kleinen weißen, durch verkehrt-eiförmige Kronblätter charakterisierten Blüten stark riechend; die etwa erbsengroßen schwarzen, bittersüßen Früchte führen einen netzig-grubigen Stein. — Die in Südwest- und Süddeutschland heimische und durch fast ganz Südeuropa bis zum Kaukasus verbreitete **Weichselkirsche** (**P. Mahaleb L.**) unterscheidet sich durch hellgelblich-graue und fein flaumig behaarte einjährige Zweige, kleine hellbraune, eiförmige, spitzliche Knospen, durch kleinere und aus herzförmigem Grunde eiförmige bis rundliche, spitzliche oder stumpfe, klein und drüsig kerbiggesägte kahle, glänzende, unterseits blaß bis bläulich grüne Blätter ohne Blattstieldrüsen,

durch fast doldenförmige verkürzte Trauben, längliche Kronblätter und den glatten Stein der erbsengroßen kugeligen, schwarzen, herben Früchte.

§ 173. Die zweite Unterfamilie der

Potentilleae (Dryadeae, Fingerkräuter) enthält Kräuter und Sträucher mit verschieden gestalteten Blättern. Die den Kelch tragende Axenerweiterung der Blüten ist bei unseren Gattungen nur kragen- bis schüsselförmig, im übrigen auch zur Fruchtzeit noch krautig und bleibend. Dagegen ist der die Pistille tragende Blütenboden oft kegelig oder kopfig erhöht. Kelch und Krone sind meist 4—5zählig und der Kelch ist allermeist (unter unseren Gattungen nicht bei Rubus) noch mit einem zwischen seine Glieder fallenden Außenkelch (Nebenkelch, Calyculus) versehen, der aus paarweise verwachsenen doch häufig 2spaltigen Nebenblättern des Kelches besteht. Die Staubgefäße sind meist zu 15 bis vielen in verschiedener Anordnung, selten zu 4—10, desgleichen die Pistille meist zahlreich vorhanden und letztere führen meist nur eine aus dem Fachgrunde aufsteigende Samenknospe (Rubus 2). Die Früchte sind gewöhnlich Nüßchen, selten (Rubus) Steinfrüchtchen. — Die zuerst zu erläuternde Gattung

Rubus L. (Brombeere) enthält meist stachelige Sträucher mit rebenartigen Schößlingen und gewöhnlich 3—5zählig handförmig zusammengesetzten oder unpaarig gefiederten Blättern mit Nebenblättern. Die weißen oder rosafarbenen, zwitterigen oder vielehigen Blüten bilden in der Regel end- und achselständige Rispen oder Doldentrauben. Der Blütenboden ist kegel- bis eiförmig erhöht, das Hypanthium nur kurz schüsselförmig, der bleibende Kelch ohne Außenkelch, die Krone 5blätterig; Staubgefäße und Pistille sind zahlreich vorhanden, letztere mit zwei collateralen, fast hängenden Samenknospen und fast endständigem Griffel versehen. Die zahlreichen einsamigen Steinfrüchtchen verwachsen unter einander und lösen sich zur Reifezeit vom schwammigen oder trockenen Fruchtboden als Sammelfrucht los oder fallen mit ihm gemeinsam ab. Die in der Gruppe der eigentlichen Brombeeren sehr formen- und bastardreiche Gattung ist systematisch äußerst schwierig zu behandeln. Die älteren „Arten" sind als „Sammelarten" daher auch unter sehr abweichenden Ansichten in einige hundert Arten (resp. Formen und Bastarde) aufgelöst worden, über welche die citierten Hauptwerke [251]) Aufschluß geben. Hier genügen die alten Sammelarten wie: R. fructicosus L. als Strauch mit bogig zurückgekrümmten, grünen oder rötlich überlaufenen Schößlingen und handförmig 3—5zähligen Blättern mit sehr vielgestaltigen, unterseits grünen (R. corylifolius Sm.) oder weißfilzigen (R. fruticosus) oder beiderseits filzigen (R. tomentosus Borkh.) ꝛc. Blättchen, zurückgeschlagenem Fruchtkelch und schwarzen oder braunen, glänzenden, nicht bereiften Früchten. Ferner R. caesius L., verschieden durch bereifte Aeste und Schößlinge, anliegenden Fruchtkelch und blau bereifte schwarze Früchte. Beide Arten sind Unkraut in Wäldern und Gebüschen, an Waldrändern und in Hecken. Ihnen gegenüber ist die auf Schlägen und Blößen, an Waldrändern und in Hecken ꝛc. durch das ganze Gebiet gemeine und in vielen Formen als Obststrauch kultivierte Himbeere, R. Idaeus L. sehr konstant: ein Strauch mit ausdauerndem Rhizom und fast aufrechten zweijährigen, borstenförmig gestachelten Schößlingen, die im ersten Jahre nur die 3—5- (bisweilen 7-)zählig gefiederten Blätter mit sitzenden eiförmigen bis eiförmig-länglichen, ungleich gesägten, unterseits weißfilzigen Blättchen tragen, im 2. Jahre an beblätterten Kurztrieben die wenigblütigen, stachelborstigen Blütenrispen entwickeln. Ihr beiderseits feinhaariger Kelch ist bei der Fruchtreife zurückgeschlagen, die schmal-verkehrt-eiförmigen, aufrechten Kronblätter sind kürzer als der Kelch, die roten sammetartig-kurzfilzigen Sammelfrüchte lösen sich vom kegelförmigen Fruchtboden frei ab. — Die in Wäldern und an Waldrändern (vorzüglich auf Kalkboden) zerstreut auftretende Felsenhimbeere (R. saxatilis L.) ist ein Kraut mit ausläuferartigen unfruchtbaren und einfachen aufrechten fruchtbaren Schößlingen, 3zähligen und beiderseits grünen Blättern und nur aus ca. 2—4 oft kaum zusammenhängenden, glänzend roten Steinfrüchtchen bestehenden Sammelfrüchten.

§ 174. Unter den übrigen, sämtlich einen Nebenkelch besitzenden und trockene, nicht zusammenhängende Nüßchen entwickelnden Gattungen ist zunächst Geum L. (Nelkenwurz) durch den nach der Blütezeit sich verlängernden und das Nüßchen schwanzartig krönenden, kahlen oder behaarten und bei den folgenden Arten in der Mitte hakig gegliederten Griffel ausgezeichnet. Von den in feuchten Wäldern meist häufigen Arten besitzt G. urbanum L. unterbrochen gefiederte Blätter, aufrechte Blüten mit goldgelben, ungenagelten Kronblättern und ungestielte Fruchtköpfchen, während G. rivale L. sich durch nickende größere Blüten, genagelte hellgelbe und rötlich überlaufene Kronblätter und gestielte Fruchtköpfchen unterscheidet.

Fragaria L. (Erdbeere) ist namentlich dadurch charakterisiert, daß sich der Blütenboden nach der Blütezeit bedeutend vergrößert, zuletzt fleischig wird und als eine die zahlreichen braunen (mit seitlichem bleibendem Griffel versehenen) Nüßchen zerstreut tragende Scheinfrucht ablöst. Die gemeinste waldbewohnende Art, F. vesca L., besitzt fingerförmig-dreizählige Blätter

251) Weihe u. Nees v. Esenbeck, Rubi germanici descripti et figuris illustrati; fol. mit 53 col. Taf., Bonn 1822. Focke, Synopsis Ruborum Germaniae; Bremen 1877 (sowie dessen Abhandlungen über Brombeeren, in Abhandl. d. naturwiss. Ver. zu Bremen I u. folg.). Müller, Versuch einer monographischen Darstellung der gallo-germanischen Arten d. Gatt. Rubus; Jahresber. d. Pollichia 1859.

mit sitzenden (selten das mittlere gestielt) Blättchen, wagerecht abstehend-behaarte Stengel und Blattstiele, aber aufrecht- oder angedrückt-behaarte Blütenstiele (wenigstens die seitlichen) und abstehenden oder zurückgeschlagenen Fruchtkelch. Von ihr unterscheidet sich die seltenere F. elatior Ehrh. durch sämtlich kurz gestielte Blättchen und überall wagerecht abstehende Behaarung, F. collina Ehrh. durch stets gestieltes mittleres Blättchen und der Scheinfrucht angedrückten Kelch.

Auch bei dem in Waldsümpfen häufigen Comarum palustre L. (Blutauge) ist die sich noch vergrößernde Blütenaxe zuletzt schwammig-fleischig, löst sich aber nicht ab; zudem sind die Blätter 5—7zählig gefingert, die bleibenden Kronblätter kürzer als der wie sie blutrot gefärbte Kelch, die Griffel fast endständig. Potentilla L. (Fingerkraut)[252]) unterscheidet sich durch den auch zur Fruchtzeit trockenen und nicht abfallenden Blütenboden, hinfällige Krone und abfallende Griffel. Unter den Waldbewohnern ist die zerstreut auftretende P. alba L. durch fingerförmig-5zählige Blätter mit länglich-lanzettlichen, unterseits und am Rande seidenhaarigen Blättchen, weiße Blüten und am Nabel behaarte Früchtchen ausgezeichnet, die gleichfalls weißblütige P. rupestris L durch gefiederte untere und 3zählige obere Blätter, sowie bei den folgenden, nur gefingerte Blätter und gelbe Blüten besitzenden Arten durch kahle Früchte. Unter diesen ist P. procumbens Sibth. durch liegende und an den Knoten oft wurzelnde Stengel, untere oft 5- und obere 3zählige Blätter, ungeteilte oder 2—3zähnige Nebenblätter und meist 4zählige Blüten ausgezeichnet; die in den Blüten und Blättern ähnliche P. silvestris Neck. (P. Tormentilla Schrank) durch nicht wurzelnde Stengel und bedeutend größere 3- bis vielspaltige Nebenblätter, P. verna L. durch 5—7zählige untere Blätter und 5zählige Blüten, P. cinerea Chaix von voriger durch die von Sternhaaren graufilzige Bekleidung der Stengel und Blätter verschieden. — Alchemilla vulgaris L. (Frauenmantel), auf Waldwiesen, an Waldwegen ꝛc. meist nicht selten, ist leicht kenntlich durch die langgestielten nierenförmigen, 7- bis 9lappigen Blätter mit fast halbkreisrunden gesägten Lappen, die in rispigen Trugdolden stehenden kleinen gelbgrünen, 4zähligen Blüten ohne Krone, mit vier Staubgefäßen und nur 1—2 Pistillen.

§ 175. Eine dritte Unterfamilie der Spiraeaceae (Spierstauben)[253]) ist ausgezeichnet durch meist 5zählige Blüten ohne Außenkelch, mit 10 bis zahlreichen Staubgefäßen und zwei bis vielen Pistillen. Letztere besitzen zwei bis zahlreiche absteigende bis hängende Samenknospen und entwickeln sich meist zu Balgfrüchten, deren Samen häufig (nicht bei Spiraea) Endosperm führen. Die Gruppe ist bei uns nur durch die vielgestaltige Gattung Spiraea L. (Spierstaube) vertreten, welche auch wohl in eine Reihe selbständiger Gattungen aufgelöst werden kann: Spiraea (im engeren Sinne) als Sträucher mit einfachen, nebenblattlosen Blättern, zwitterigen Blüten und fünf vor den Kronblättern stehenden Früchtchen; Filipendula Tourn. als Kräuter mit unterbrochen-fiederteiligen Blättern mit großen Nebenblättern, zwitterigen Blüten und meist mehr als fünf je 2samigen Früchten; Aruncus L. als Stauben mit zweihäusigen Blüten, meist drei Pistillen mit je 8—12 Samenknospen ꝛc. Zur ersteren Gruppe gehört die sibirische, aber bei uns vielfach in Hecken, Wäldern ꝛc. verwilderte S. salicifolia L. mit sehr kurz gestielten, länglich-lanzettlichen, einfach bis doppelt gesägten Blättern und dichten pyramidalen Rispen fleischroter Blüten. Zur zweiten Untergattung zählt die auf sumpfigen Wiesen, an Ufern, in Waldsümpfen gemeine S. Ulmaria L. mit unterseits weißfilzigen Blättern, Trugdolden bildenden weißen Blüten und spiralig zusammengedrehten Früchtchen; zur dritten die in feuchten Bergwäldern wachsende S. Aruncus L. mit großen 3zählig-doppelt-gefiederten Blättern und weißen Blüten in großen aus Aehren zusammengesetzten Rispen.

Die Unterfamilie der Roseae (Rosen), nur durch die Gattung Rosa Tourn. gebildet, enthält aufrechte oder kletternde, häufig stachelige Sträucher mit unpaarig gefiederten Blättern und der scheidigen Blattstielbasis angewachsenen Nebenblättern. Ihre großen und ansehnlichen, einzeln oder in Trugdolden endständigen Blüten sind fast durchgehends 5zählig. Das krugförmige und schon zur Blütezeit derbfleischige Hypanthium (Kelchröhre) ist am eingeschnürten Schlunde durch einen ringförmigen Discus drüsig verdickt. In seinem Grunde stehen meist zahlreiche freie, einfächerige und mit einer hängenden Samenknospe versehene Pistille, deren freie oder im oberen Teile verwachsene Griffel mit dem narbentragenden Gipfel aus dem Schlunde vorragen. Bei der Fruchtreife verwandelt es sich zu der bekannten fleischigen Hagebutte, einer Scheinfrucht, welche die kahlen oder seidig behaarten, einsamigen Nüßchen einschließt. Dieselbe trägt bisweilen noch den bleibenden, in der Blüte verschiedengestaltigen Kelch, während die am Grunde sehr kurz genagelten Kronblätter meist hinfällig sind. Die zahlreichen Staubgefäße stehen in vielen meist unregelmäßigen Wirteln. Bezüglich der Artenspaltung gilt für die Rosen das unter den Brombeeren (§ 173) gesagte[254]). Als die häufigsten an Waldrändern, in

---

252) Lehmann, Revisio Potentillarum iconibus illustrata; 4° mit 64 Taf., Bonn 1856.

253) Maximowicz, Adnotationes de Spiraeaceis; Acta Horti Petropolitani VI. 105-261.

254) Vgl. besonders: Crepin, Primitiae Monographiae Rosarum; Bullet. de la soc. botan. de Belgique vol. VIII u. folg. Déséglise, Catalogue raisonné etc. du genre Rosier; ebenda XV. 176. Christ, Die Rosen der Schweiz; Basel 1873. Regel, Tentamen Rosarum monographiae; Acta Horti Petropolitani V. 278; ꝛc. ꝛc.

Wäldern, Hecken 2c. auftretenden Arten genügt es für uns, die folgenden übersichtlich zusammen zu stellen:

I. Kelchblätter meist ungeteilt, auf der Hagebutte bleibend.

A. Stacheln ungleich (d. h. starke mit schwachen borstenförmigen gemischt); Griffel frei.

R. alpina L. mit mehrjährigen stachellosen und einjährigen gedrungen stacheligen Trieben, 7—11 länglich-elliptischen, doppelt gesägten Blättchen, die lanzettlich gespitzten Kelchblätter länger als die satt rosenrote Krone und an den infolge zurückgekrümmter Fruchtstiele hängenden elliptischen Hagebutten zusammenschließend. Gebirgswälder.

B. Stacheln alle gleich derb, sichelförmig; Griffel säulenförmig verwachsen.

R. repens Scop. mit peitschenförmig verlängerten, niederliegenden Aesten, rundlich-elliptischen und grobgesägten Blättchen, weißen Blüten und schwach fiederspaltigen Kelchblättern, die von den aufrechten, fast kugeligen Hagebutten abfallen.

II. Die beiden äußeren Kelchblätter fiederteilig.

A. Stacheln gerade oder schwach gebogen; Blättchen beiderseits weichhaarig und unterseits mehr oder weniger drüsig.

R. tomentosa Sm. mit elliptischen oder eiförmigen, doppelt gesägten, graugrünen Blättchen, rosenroten Blüten, die Kelchzipfel so lang als die nicht drüsig gewimperten Kronblätter und an den rundlichen bis länglich-eiförmigen, meist stacheligen Hagebutten zurückgeschlagen bleibend oder sehr spät abfallend.

II. Die beiden äußeren Kelchblätter fiederteilig.

A. Stacheln gerade oder schwach gebogen; Blättchen beiderseits weichhaarig und unterseits mehr oder weniger drüsig.

R. tomentosa Sm. mit elliptischen oder eiförmigen, doppelt gesägten, graugrünen Blättchen, rosenroten Blüten, die Kelchzipfel so lang als die nicht drüsig gewimperten Kronblätter und an den rundlichen bis länglich-eiförmigen, meist stacheligen Hagebutten zurückgeschlagen bleibend oder sehr spät abfallend.

B. Stacheln aus breitem Grunde sichelförmig gekrümmt.

R. canina L. (Hundsrose) mit ziemlich gleichen Stacheln, 5—7 eiförmigen oder elliptischen, scharf gesägten (die oberen Zähne zusammenneigend) Blättchen, meist hellrosa Krone und kugeligen bis länglichen Hagebutten mit zurückgeschlagenen, zuletzt abfallenden Kelchblättern.

R. rubiginosa L. (Weinrose), von voriger verschieden durch ungleiche Stacheln (zwischen den größeren noch dünnere gerade) und drüsig-doppelt-gesägte Blättchen mit etwas abstehenden Zähnen.

§ 176. Die letzte Unterfamilie der Pomaceae (Apfelfrüchtler)[255]) unterscheidet sich speziell von den Rosen, mit denen sie die bis zur Fruchtreife fleischig werdende hohle Blütenaxe teilt, durch die Verwachsung der letzteren mit den 1—5 Carpellblättern zu einem unterständigen gefächerten Fruchtknoten, wobei indessen in gewissen Gattungen (Cotoneaster) die Carpelle am Gipfel und im Zentrum mehr oder weniger frei bleiben können. Aus diesem Fruchtknoten wird dann die bekannte Apfelfrucht (Pirus, Sorbus, Cydonia) oder eine Steinfrucht mit einem gefächerten Steine oder mehreren Steinen (Crataegus, Mespilus, Cotoneaster) oder eine Beere (Amelanchier), alle vom bleibenden Kelche samt Griffel oder deren Resten gekrönt. Im übrigen sind die Pomaceen Holzgewächse mit oft dornig gespitzten Zweigen und wechselständigen (bei unseren Arten sommergrünen) Blättern und meist auch freien hinfälligen Nebenblättern. Die meist weißen oder roten Blüten sind in Kelch und Krone fünfzählig, die 10—50 Staubgefäße in 1—5 regelmäßige fünf- oder zehnzählige Wirtel gestellt, die in der Zahl der Carpelle resp. Fruchtknotenfächer vorhandenen Griffel frei oder selten am Grunde verwachsen, die Samenknospen meist zu zwei in jedem Fache kollateral, selten 1 (Amelanchier) oder viele (Cydonia). Von den heimischen Gattungen ist zunächst

Pirus L. einschließlich der kaum generisch verschiedenen Sorbus Tourn. durch in jedem Fache 1—2 schleimlose Samen führende Apfelfrüchte, durch nicht blattartigen Kelch und in der Knospe dachige Krone gekennzeichnet. Als zwei Untergattungen lassen sich dann (mit Berücksichtigung nur unserer Arten) unterscheiden: Pirus L. (im engeren Sinne) mit großen Blüten in wenigblütigen Dolden und fünf Fruchtfächern mit pergamentartiger Wand (Kernhaus = Carpellblätter) — und Sorbus Tourn. mit mittelgroßen Blüten in vielblütigen Doldenrispen und 2—5 Fruchtfächern mit dünnhäutiger Wand. Von den deut-

255) Wenzig, Pomarieae; in Linnaea XXXVIII. 1; desgl. XLIII. 67.

schen Arten ist P. Malus L. (Apfelbaum) ein durch fast ganz Europa (mit Ausnahme des hohen Nordens) verbreiteter, bei uns aber meist nur zerstreut auftretender, bis 17 m hoher Baum (bisweilen Strauch) mit hell bis dunkel rotbraunen, glatten, glänzenden, mit weißlichen Lenticellen besetzten Zweigen und kurz-eikegelförmigen, stumpfen, rotbraunen, wenigschuppigen, angedrückten, beim wilden Holzapfel kahlen, bei den kultivierten Formen (samt Zweigen) filzigen Knospen über dreispuriger Blattnarbe. Der Stamm ist jung mit hellrotbraunem Periderm, im Alter mit graubrauner, dünn abschuppender Tafelborke bekleidet, die Kurztriebe sind oft dornig gespitzt. Die eiförmige (bis rundliche oder längliche), kurz zugespitzte, kerbig-gesägte, kahle oder behaarte Spreite ist etwa 2—4mal so lang als ihr Stiel; die großen Blüten stehen meist zu 5—6 doldig, ihre relativ kurzen Stiele sind samt dem Fruchtknoten mehr oder weniger filzig bis wollig behaart, die außen rosen- bis purpurroten und innen weißen Kronblätter oval bis länglich, die Staubbeutel gelb, die 5 Griffel am Grunde verwachsen. Die abgeflacht-kugelige (selten eiförmige oder längliche), kurz gestielte Frucht ist am Stiele wie am Scheitel genabelt, grün oder gelblich bis rotbunt. Außer den in zahlreichen Fruchtvarietäten[257]) kultivierten zahmen Bäumen (P. M. sativa) mit filzig behaarten (und nicht dornspitzigen) Zweigen, Knospen, Blattunterseiten und Kelchen, lassen sich als wilde oder Holzäpfel (P. M. silvestris) mit dornspitzigen kahlen Zweigen und kahlen Knospen bei uns unterscheiden: var. acerba DC. (P. austera Wallr.) mit kahlen oder unterseits nur auf den Nerven weichhaarigen Blättern, und var. dasyphylla Borkh. mit alt wenigstens unterseits dicht wollfilzigen Blättern. — Als zweite typische Art ist P. communis L. (Birnbaum) gekennzeichnet durch gelblich-aschgraue Rinde der jungen und dicke, tiefrissige, dunkele und nicht abblätternde Borke der alten bis 20 m hohen Stämme, durch glänzend gelbbraune, kahle einjährige, dornspitzige Zweige und dunkel- und schwarzbraun gescheckte kahle, kegelförmige, spitze, abstehende Knospen über 3spuriger Blattnarbe. Die rundlichen oder eiförmigen bis elliptischen, kurz zugespitzten, ganzrandigen bis klein gesägten, alt meist kahlen Blätter sind wenigstens so lang als ihr Stiel, die zu 6—12 doldigen weißen oder nur schwach rötlich angelaufenen Blüten lang gestielt, die Staubbeutel purpurrot, die Griffel ganz frei, die grünen oder gelblichen, oft rot überlaufenen Früchte in den Stiel verschmälert oder birnförmig (var. achras Wallr. mit zugleich sehr wollig-filzigen, auch im Alter meist nicht ganz kahlen, meist ganzrandigen Blättern) oder kugelig und nicht in den Stiel verschmälert (var. Piraster Wallr. mit schon jung nur schwach behaarten, im Alter kahlen, klein gesägten Blättern). Auch diese Art ist durch fast ganz Europa an Waldrändern, in Hecken 2c. verbreitet und blüht wie die vorige im April und Mai.

Aus der Gruppe Sorbus ist die Eberesche oder der Vogelbeerbaum, P. aucuparia Gärtn. (Sorbus auc. L.) die gemeinste, durch fast ganz Europa und Nordasien verbreitete Art, ein Strauch oder bis 17 m hoher Baum mit unter aschgrau abschülfernder Epidermis rotbraunen, kahlen einjährigen Zweigen, der alte Stamm mit dicker schwärzlichgrauer, längsrissiger Borke. Die großen länglich-kegelförmigen Endknospen sind wie die kleinen halbeiförmigen, angedrückten Seitenknospen stumpf, schwarzviolet, trocken und zuerst ganz, später wenigstens an den Schuppenrändern dicht graufilzig, die Blattnarben wie bei folgender Art durch 5 Gefäßbündelspuren ausgezeichnet. Die Blätter sind unpaarig 5—17zählig gefiedert, jung fein flaumig behaart, im Alter kahl und oberseits dunkel-, unterseits graugrün, ihre länglich-lanzettlichen Fiedern ungleich scharf-gesägt. Die Strahlen der Trugdolde sind samt den Kelchen zottig behaart, die Kronblätter weiß, die 2—4 (meist 3) Griffel am Grunde wollig, die meist 3fächerigen roten, kugeligen Früchte etwa erbsengroß, ihre kleinen im Fache aufrechten, hellbraunen Samen schmal-verkehrt-ei-

256) Vgl. die Note 250 citierten Werke.

förmig und am Rande abgerundet. Der nächstverwandte, gleichfalls fiederblätterige, in Mittel- und Süddeutschland zerstreut auftretende und durch West- und Südeuropa bis Algerien verbreitete Speierling (P. domestica Sm., Sorbus dom. L., Spierling, Sperberbaum, zahme Eberesche) wird bedeutend höher (bis 27 m). Sein Stamm ist mit dunkelbrauner Tafelborke bekleidet, die einjährigen kahlen Zweige sind olivenbraun, die länglich-kegelförmigen, ziemlich spitzen Knospen gelblichgrün, kahl, glänzend und etwas klebrig, die Seitenknospen schwach abstehend. Die größeren Blätter sind unterseits bläulichgrün, ihre Zähne lang und fein gespitzt. Die größeren Blüten sind vor dem Aufblühen rötlich überlaufen, die Griffel der Zahl der Fruchtfächer entsprechend zu 5 vorhanden. Die ca. 2 cm dicken Früchte sind gelb, auf der Lichtseite rot, und apfel- oder birnförmig (Sperberäpfel und -Birnen) und ihre im Fruchtfache aufsteigenden, dunkelbraunen Samen breit-verkehrt-eiförmig, zusammengedrückt und ziemlich scharfrandig.

Als dritte Art der Sorbus-Gruppe ist die Elsbeere, P. torminalis Ehrh. (Sorbus torm. Crantz) besonders in Gebirgsgegenden auf Kalkboden heimisch, sonst sehr zerstreut. Der mit graubrauner längsrissiger, dünnblätteriger Borke bekleidete Stamm erreicht bis 20 m Höhe. Die einjährigen Zweige sind (völlig gereift) glänzend rotbraun, die glänzend grünen, kahlen Schuppen der ei-kugeligen Knospen sehr schmal schwarzbraun gerandet, die Seitenknospen über 3spuriger Blattnarbe abstehend. Die langgestielten Blätter sind an der aus gestutztem bis schwach herzförmigem Grunde breit-eiförmigen und zugleich fiederspaltig-5—7lappigen, oberseits kahlen und glänzend dunkelgrünen, unterseits oft noch flaumhaarigen und blaßgrünen Spreite mit zugespitzten und ungleich gesägten Lappen leicht kenntlich. Die Blüten sind größer wie bei den vorigen Arten, rein weiß, mit 2—4 (meist 2) Griffeln, die ellipsoidischen, ca. 1½ cm langen, 2—4fächerigen Früchte reif braun mit grauweißen Punkten. — Die letzte hier zu erwähnende Art, die gemeine Mehlbeere, P. Aria Ehrh. (Sorbus A. Crantz) ist gekennzeichnet durch einfache ei- oder verkehrt-eiförmige bis eilängliche, scharf doppelt-gesägte bis klein sägezähnig-gelappte, oberseits im Alter kahle und glänzend dunkelgrüne, unterseits dicht grau- bis schneeweiß-filzige Blätter. Sie ist ein Strauch oder bis 13 m hoher Baum mit dunkel rötlichbrauner, glatter Rinde und jung weißfilzigen, einjährig glänzend hellrotbraunen kahlen, und mit zahlreichen sehr kleinen weißlichen Lenticellen besetzten Zweigen. Ihre großen eikegelförmigen, spitzen Knospen sind glänzend grünbraun gescheckt bis (völlig ausgereift wenigstens auf der Lichtseite) rotbraun und an den Rändern (oft auch schwach auf dem Rücken) weißfilzig behaart. Die mittelgroßen weißen Blüten besitzen weißfilzige Stiele und Kelche, 2—3 Griffel und die sehr mehligen, fast kugeligen, jung wollflockigen, reif scharlachroten und kahlen, 2—3-fächerigen Früchte erreichen die Größe einer kleinen Kirsche. Die meist als Unterholz und an Waldrändern in Gebirgsgegenden (besonders auf Kalk) Mittel- und Süddeutschlands auftretende Art ist außerdem durch West- und Südeuropa verbreitet. — Die in der Form der unterseits kahlen bis schwach filzigen Blätter der Mehlbeere ähnliche, aber durch schmale, aufrechte, rosenrote Kronblätter der kleinen Blüten verschiedene strauchige Zwergmispel, P. Chamaemespilus DC. (Sorbus Cham. Crantz), ist in der Berg- und subalpinen Region des Jura, Schwarzwaldes, der Kalkalpen ꝛc. heimisch, in letzteren oft gesellig mit Krummholzkiefer, Grünerle und Alpenrosen.

§ 177. Als zweite Gattung der Pomaceen ist Cydonia L. (Quitte) von Pirus durch die in der Knospe gedrehte Blumenkrone sowie durch die zahlreichen mit Schleimhülle versehenen Samen jedes der fünf Fruchtfächer verschieden. C. vulgaris Willd. (P. Cydonia L., gemeine Q.) stammt zwar aus dem Orient (Indien ?), ist aber aus dem Kulturzustande bei uns (besonders in West- und Süddeutschland, Oesterreich) häufig an Waldrändern und in Hecken verwildert und stellenweise ganz eingebürgert. Sie ist ein dornloser kleiner Baum oder ein Strauch mit rotbraunen einjährigen Zweigen und von wenigen lockeren (spreizenden) Schuppen gebildeten, schwach abstehenden, hell- bis rotbraunen, besonders gegen die Spitze und an den Schuppenrändern dick filzigen Knospen. Desgleichen sind die kurz gestielten eiförmigen oder eilanzettlichen

bis rundlichen, ganzrandigen, zuletzt oberseits kahlen und dunkelgrünen Blätter unterseits wie die jungen Triebe, die großen und drüsig-gesägten Kelchblätter und der Fruchtknoten graufilzig. Die Blumenkrone ist gewöhnlich rötlich-weiß, die große apfel- oder birnenförmige (Apfel- und Birnenquitte), von dem vergrößerten Kelche gekrönte und mit abreibbarem Wollfilze bedeckte Frucht gelb gefärbt.

Die Gattung Amelanchier Medik. (Felsenmispel) ist ausgezeichnet durch die meist in Trauben stehenden kleinen weißen Blüten, vorzüglich aber dadurch, daß die 2—5 Fruchtknotenfächer je noch einmal durch eine falsche Scheidewand in zwei Abteilungen mit je einer Samenknospe unvollständig geteilt werden, so daß die Beerenfrucht 4—10 einsamige Fächer mit lederigen oder (bei unserer Art) dünnhäutigen und weichen Fachwänden besitzt. A. vulgaris Mönch (A. rotundifolia C. Koch, Mespilus Amelanchier L.) ist ein in Mittel- und Süddeutschland an Berghängen, in Felsspalten &c. auf Kalk wachsender Strauch mit elliptischen bis rundlichen, stumpfen oder ausgerandeten, scharf gesägten, im Alter kahlen Blättern, 3—8-blütigen Trauben und ca. erbsengroßen blauschwarzen, von den Kelchzipfeln gekrönten Früchten.

Mespilus L. (Mispel), mit Einschluß der oft als eigene Gattung betrachteten Weißdorne (Crataegus L.) umfaßt von unseren Pomaceen alle Arten mit Steinfrüchten, deren 1—5 knochenschalige Steine (Carpellblätter resp. Fruchtknotenfächer der Blüte) der hohlen Blütenaxe (Kelchröhre) völlig eingesenkt und angewachsen sind. Die echten Mispeln sind dann durch einzeln stehende größere Blüten mit kreiselförmiger Kelchröhre und großen, laubigen Kelchblättern, sowie durch fünfsteinige Früchte charakterisiert, die auf dem Scheitel von einer durch die Kelchzipfel eingefaßten Scheibenfläche fast vom Durchmesser der Frucht abgeschlossen werden. Die nicht scharf abgegrenzte Untergattung der Weißdorne dagegen würde durch kleinere meist Trugdolden bildende Blüten mit krugförmiger Kelchröhre und gewöhnlichen Kelchblättern, sowie durch 1—5steinige Früchte mit kleiner (den Durchmesser der Frucht nicht erreichender) Scheibe gekennzeichnet sein. Aus ersterer Untergattung ist die vielfach als Obstgehölz kultivierte, an Waldrändern und in Hecken Mittel- und Süddeutschlands zerstreut wild wachsende deutsche M. (M. germanica L.) ein Strauch oder bis 6 m hoher Baum mit dornigen (in der Kultur wehrlosen), rotbraunen, wollig behaarten Zweigen und viel- und dichtschuppigen eikegelförmigen, stumpflichen, rotbraunen, filzigen, abstehenden Knospen. Die meist länglich-lanzettlichen, ganzrandigen oder gegen die Spitze schwach gezähnelten, sehr kurz gestielten (übrigens bei der kultivierten Pflanze veränderlichen) Blätter sind im Alter oberseits kahl oder wenig und angedrückt behaart, unterseits filzig behaart und graugrün. Auch Stiele, Kelch und Fruchtknoten der weißen Blüten sind filzig. Die von den großen lineal-lanzettlichen Kelchblättern gekrönte, flach-kugelige und in den Stiel verschmälerte, gelbbraune Frucht erreicht ca. 3 cm Durchmesser. — Aus der zweiten Untergattung sind zwei Arten an Waldrändern, in Hecken und Gebüschen, sowie als Unterholz bei uns nicht selten und zugleich durch fast ganz Europa, Nordasien &c. verbreitet.

M. monogyna Willd. (Crataegus mon. Jacq., eingriffeliger Weißdorn) ist ein stark dorniger Strauch oder kleiner Baum mit kahlen hellbraunen bis aschgrauen Zweigen und kleinen eiförmigen bis kugeligen und wegen der stark convex vorspringenden, glänzend hell- oder rötlichbraunen, kahlen Schuppen häufig buckeligen Knospen. Seine oberseits glänzend dunkel-, unterseits bläulichgrünen, im Alter kahlen und derben Blätter sind in Größe und Form außerordentlich veränderlich, ziemlich lang gestielt, eiförmig bis verkehrt-eiförmig, spitz, 5—7spaltig oder -teilig, ihre meist spitzen Lappen ganzrandig bis (besonders nach vorne) ungleich- oder selbst eingeschnitten-gesägt. Die mittelgroßen, zusammengesetzte Trugdolden bildenden weißen Blüten besitzen behaarte Stiele, lanzettliche zugespitzte und drüsenlose (an der Frucht oft zurückgeschlagene) Kelchblätter und einen einfächerigen Fruchtknoten mit nur einem Griffel. Die eiförmig-längliche bis kugelige, scharlach- bis blutrote Frucht ist daher auch nur einsteinig. Die sehr ähnliche M. Oxyacantha Gärtn. (Crataegus Oxyac. L., gemeiner Weißdorn), im allgemeinen weniger häufig, unterscheidet sich im blattlosen Zustande nicht, sonst aber durch die unterseits gewöhnlich gelblichgrünen und (obwohl gleichfalls äußerst veränderlich) im allgemeinen weniger tief und meist nur 3lappigen (bis 5lappigen) Blätter mit meist stumpfen bis abgerundeten Lappen, durch kahle Stiele der gewöhnlich etwas größeren, zahlreicheren und bis 14 Tage früher sich öffnenden Blüten mit eiförmigen, zugespitzten, zerstreut drüsigen bei der Fruchtreife abstehenden) Kelchblättern, 2—3fächerigem Fruchtknoten und 2—3 Griffeln, sowie durch 2—3steinige Früchte.

Cotoneaster Medik. (Zwergmispel) ist von Mespilus dadurch verschieden, daß sowohl der 2—5fächerige Fruchtknoten als die 2—5 Steine der Frucht nur in der unteren Hälfte mit der hohlen Blütenaxe resp. Frucht verwachsen, in der oberen Hälfte frei sind.

C. integerrima Medik. (C. vulgaris Lindl.), vorzugsweise auf Kalkboden auf sonnigen Hängen und steinigen Waldplätzen durch das ganze Gebiet zerstreut, am häufigsten in Mittel- und Süddeutschland wachsend, ist ein kleiner Strauch mit rundlich-eiförmigen, ganzrandigen, unterseits filzigen Blättern, 2—5blütigen Trugdolden kleiner blaßroter Blüten (mit fast kahlen Stielen und Kelchen) und erbsengroßen, blutroten Steinfrüchten.

17. Ordnung. Leguminosae.

§ 178. Von den voraufgehenden Ordnungen unterscheidet sich die große, ca. 6000 Arten zählende Ordnung der Hülsenfrüchtler wesentlich nur durch die Fruchtbildung: der monomere einfächerige, die Placenten resp. Samenknospen an der Bauchnaht tragende Fruchtknoten entwickelt sich zur Hülse, d. h. springt bei der Reife außer in der Bauchnaht auch noch auf dem Rücken von der Spitze zum Grunde zweiklappig auf. Selten wird der Fruchtknoten durch die nach innen vorspringende Rückennaht der Länge nach unvollkommen zweifächerig (Astragalus), oder wie bei analogen Cruciferen (§ 148) durch zwischen den Samen auftretende falsche Querwände zu einer bei der Reife meist in einsamige Stücke zerfallenden Gliederhülse (Coronilla). In seltenen Fällen bleibt auch die dann gewöhnlich nur einsamige Hülse geschlossen (Onobrychis). Von den drei oft auch zu einer vereinigten Familien ist bei uns nur diejenige der Papilionaceae (Schmetterlingsblütler) vertreten. Sie enthält meist Kräuter, weniger Holzgewächse, mit in der Regel wechselständigen und fast durchgehends finger- oder einfach fiederförmig zusammengesetzten Blättern mit Nebenblättern. Die gewöhnlich in Köpfchen, Trauben oder Dolden stehenden, meist zwitterigen und 5zähligen, schwach perigynen Blüten sind fast ausnahmslos median zygomorph. Ihr verwachsenblätteriger Kelch ist gleichmäßig 5zähnig oder häufig 2lippig, die Oberlippe dann 2-, die Unterlippe 3zähnig. Die 5-blätterige „schmetterlingsförmige" Krone zeigt ein hinteres (oberes) gleichhälftiges und gewöhnlich größeres Blatt, die Fahne (vexillum); unter ihr stehen zwei ungleichhälftige kleinere Blätter als Flügel (alae) und zwischen diesen meist teilweise eingeschlossen zwei ihnen ähnliche aber noch kleinere, zusammen das Schiffchen (Kiel, carina) bildende Blätter. Alle Kronblätter sind mehr oder weniger auffallend genagelt, die Blätter des Schiffchens mit ihren unteren Rändern bisweilen untereinander, selten (bei Trifolium) alle fünf Blätter am Grunde und zugleich dann auch noch mit dem Androeceum verwachsen. Letzteres liegt wenigstens anfangs zwischen den Blättern des Schiffchens und besteht aus zehn allermeist nach hinten an Länge allmählich abnehmenden Staubgefäßen, die sehr selten alle frei, von denen in der Regel neun unter sich mit den Filamenten zu einer oben offenen Röhre verwachsen sind, das zehnte obere völlig oder fast ganz frei, bisweilen (Genisteae) aber auch mit den übrigen zur Röhre verwachsen ist. Die 2reihig abwechselnd an der Bauchnaht der Frucht sitzenden Samen besitzen ein nur schwach entwickeltes oder kein Endosperm; das Würzelchen ihres Embryo ist meist gebogen und den Cotylebonen anliegend.

§ 179. Eine erste Unterfamilie der Lotoideae umfaßt alle Gattungen mit einfächeriger oder selten durch Einspringen der Naht der Länge nach unvollkommen 2fächeriger Hülse, sowie mit bei der Keimung laubig über die Erde tretenden Cotylebonen. Hierher gehört als erste Sektion diejenige der

Genisteae mit mehr oder weniger 2lippigem Kelche, am oberen Rande faltig gerunzelten Flügeln, sämtlich zu einer Röhre verwachsenen Staubgefäßen und einfächeriger Hülse. Unter ihren Gattungen ist Ulex (Heckensame, Stechginster) durch den bis zum Grunde 2lippig gespaltenen Kelch und die aus ihm zur Fruchtzeit nur wenig vorragende, wenigsamige Hülse gekennzeichnet. U. europaeus L., in unserem Gebiete heimisch nur auf sandigem Boden der Kiefernwälder und Haiden des Nordwestens als eine das Seeklima liebende Pflanze, ist ein äußerst reich und stark dorniger Strauch mit grünen gefurchten Zweigen, sehr kleinen lineal-pfriemlichen, stechenden Blättern und großen goldgelben Blüten in wenigblüten achselständigen Trauben.

Die verwandte Gattung Sarothamnus Wimm. (Besenstrauch) ist charakterisiert durch bis zur Hälfte 2lippigen Kelch, spiralig aufgerollten Griffel mit kopfförmiger Narbe und die aus dem Fruchtkelche weit vorragende Hülse. Die einzige deutsche und durch fast ganz Europa verbreitete, auf trockenem Sandboden an sonnigen Hängen, in Kiefernwäldern und auf Haiden meist sehr gesellig wachsende Art, S. scoparius Koch (Spartium scoparium L., Besenginster, Besenpfrieme), ist wie ihre Gattungsverwandten ein Strauch mit langen, rutenförmigen, kantig gefurchten, grünen Zweigen. Die Blätter der jungen Triebe und der Zweigspitzen sind meist 1zählig, die übrigen 3zählig, alle gestielt, klein, ihre länglich-verkehrt-eiförmigen und ganzrandigen Blättchen jung weichhaarig-zottig, im Alter fast kahl. Die großen goldgelben im Mai und Juni erscheinenden Blüten stehen zu 1—2 in den oberen Blattachseln, am Ende der Zweige lange Trauben bildend. Die Oberlippe ihres fast häutigen Kelches ist kurz 2-, die Unterlippe 3zähnig, die große Fahne ausgerandet und aufwärts zurückgebogen. Die lineal-längliche, stark zusammengedrückte, bis 4 cm lange, schwarze Hülse ist zottig behaart; ihre kleinen länglich-runden, am Grunde fast gestutzten Samen sind glänzend braun.

Von voriger Gattung unterscheidet sich die gleichfalls Sträucher oder kleine Bäume enthaltende Gattung Cytisus L. (Gaisklee, Bohnenstrauch) nur wenig durch den nur

hakenförmig aufwärts gekrümmten Griffel mit schiefer, auswärts abschüssiger Narbe. Der in Südeuropa heimische, bei uns kultivierte und verwilderte Goldregen (C. Laburnum L.) ist ein Strauch oder Baum mit grünen, samt Blatt- und Blütenstielen, Blattunterseite und Kelchen angedrückt silberweiß behaarten Zweigen und kurzen eiförmigen, abgerundeten, locker-schuppigen, silberweißfilzigen, etwas abstehenden Knospen. Seine langgestielten 3zähligen Blätter besitzen länglich-elliptische, oberseits dunkelgrüne Blättchen. Die ziemlich großen, im Mai und Juni sich öffnenden goldgelben Blüten stehen in lockeren hängenden Trauben am Ende büschelig beblätterter seitenständiger Kurztriebe. Die seidenhaarigen, an der oberen Naht dick gekielten Hülsen sind breit lineal-länglich und bis zu 4 cm lang, ihre nierenförmigen Samen dunkelbraun. Von ihm unterscheidet sich der kleinstrauchige, an Waldrändern zerstreut auftretende C. nigricans L. durch verkehrt-eiförmige bis längliche, unterseits angedrückt behaarte Blättchen und aufrechte endständige Trauben, deren Blüten sich wie die Hülsen beim Trocknen schwärzlich färben. Unter den Arten mit endständigen, doldig-kopfigen Blütenständen ist C. capitatus Jacq. (mit steifen aufrecht-abstehenden, wie die verkehrt-eiförmigen Blättchen, Blütenstiele, Kelche und Hülsen, rauhhaarigen Aesten), in Mittel- und Süddeutschland an Waldrändern und buschigen Berghängen zerstreut anzutreffen. C. sagittalis Koch, durch niederliegende gegliederte und 2schneidig-geflügelte Stengel, einfache längliche Blätter und endständige, fast kopfige Trauben ausgezeichnet, in trockenen Wäldern sehr zerstreut auftretend, leitet zur Gattung

Genista L. (Ginster) hinüber, die sich von voriger außer durch stets einfache Blätter nur durch die nach innen abschüssige Narbe unterscheidet. Von den folgenden, in trockenen Wäldern, auf Haiden 2c. wachsenden kleinen Sträuchern mit lanzettlichen oder länglich-lanzettlichen Blättern und mittelgroßen goldgelben Blüten sind G. pilosa L. (an allen Teilen seidenhaarig, mit seitenständigen Blüten) und G. tinctoria L. (mit gewimperten Blättern und endständigen Trauben) dornenlos, mit dornigen Zweigen dagegen versehen und zugleich mit traubigen Blütenständen: G. germanica L. (mit rauhhaarigen Aestchen und pfriemlichen Deckblättern von der halben Länge der Blütenstiele) und G. anglica L. (mit kahlen Aestchen und laubigen Deckblättern länger als die Blütenstiele).

Aus der zweiten Sektion der Anthyllideae mit gleichmäßig 5zähnigem oder 5-spaltigem Kelche, nicht faltig gerunzelten Flügeln, sämtlich verwachsenen Staubgefäßen und einfächerigen Hülsen ist Ononis L. (Hauhechel) durch 5spaltigen bleibenden, aber zur Fruchtzeit offenen Kelch und geschnäbeltes Schiffchen gekennzeichnet. An trockenen Waldrändern, Wegen u. s. w. ist O. spinosa L. oft häufig, als kleiner dorniger Strauch mit aufstrebenden oder aufrechten, 1- oder 2reihig zottig behaarten und etwas drüsigen Aesten, 3zähligen Blättern und zu 1—2 achselständigen, meist rosenroten Blüten. O. repens L. ist durch liegende, ringsum behaarte Zweige verschieden.

In der dritten Sektion der Trifolieae, ausgezeichnet durch das freie obere Staubgefäß und einfächerige Hülsen, und von der nächsten durch die 3zähligen Blätter verschieden, ist hier nur die Gattung Trifolium L. (Klee) zu erwähnen, die sich von allen heimischen Verwandten durch die mit der Krone mehr oder minder verwachsenen Staubgefäße unterscheidet, und deren kleine 1—4samige, kaum oder unregelmäßig aufspringende Hülse von der welkenden Krone eingeschlossen bleibt. Unter den waldbewohnenden Arten ist zunächst T. agrarium L. (Goldklee) durch die seitenständige gestielte kugelige Köpfchen bildenden gestielten, goldgelben Blüten mit vorne löffelförmig erweiterter und gefurchter Fahne und spreizenden Flügeln, sowie durch die sämtlich sitzenden Blättchen der Blätter und länglich-lanzettlichen Nebenblätter ausgezeichnet. Unter den weißblütigen Arten kennzeichnet sich T. montanum L. durch aufrechte Stengel, länglich-lanzettliche und unterseits behaarte Blättchen und lang gestielte fast kugelige, hüllenlose Köpfchen gestielter Blüten, deren im Schlunde kahler Kelch etwa die halbe Länge der Krone besitzt. Unter den purpurrot (nur ausnahmsweise weiß) blühenden Arten mit zugleich sitzenden Blüten ist T. alpestre L. durch außen weichhaarigen, 20nervigen Kelch, meist zu zwei beisammenstehende und von Blättern umhüllte Köpfchen und lanzett-pfriemliche Nebenblätter charakterisiert, während T. medium L. (mit einzeln stehenden kugeligen, hüllenlosen Köpfchen und 10nervigem Kelche) und T. rubens L. (mit meist zu zwei stehenden, am Grunde oft behüllten, länglich-walzenförmigen Köpfchen und 20nervigem Kelche) sich durch außen kahle Kelchröhre auszeichnen.

Die vierte Sektion der Galegeae, von voriger durch (meist unpaarig) gefiederte, nicht in eine Ranke auslaufende Blätter verschieden, enthält zunächst als heimische Gattung: Colutea L. (Blasenstrauch), eigentümlich durch die gestielte, stark blasig aufgetriebene, zuletzt trockenhäutige, mehrsamige Hülse, außerdem durch glockigen fünfzähnigen Kelch, die am Grunde mit zwei Höckern versehene Fahne, verwachsene Blätter des Schiffchens und behaarten Griffel. Die auf steinigem Kalkboden in Süd- und Westdeutschland wilde, vielfach kultivierte C. arborescens L. ist ein Strauch mit 9—11zählig gefiederten Blättern, elliptischen bis länglichen, gestutzten oder ausgerandeten Blättchen und großen goldgelben Blüten in meist 2—6blütigen achselständigen Trauben. Aus der nordameri-

kanischen Gattung Robinia L. (Robinie), die sich von der voraufgehenden durch die fast sitzende zusammengedrückte, vielsamige Hülse und durch den fast zweilippigen Kelch mit zweizähniger Ober- und dreispaltiger Unterlippe unterscheidet, ist R. Pseudacacia L. (falsche Akazie) die am häufigsten kultivierte Art: ein bis 25 m hoch werdender, 80 cm Stammstärke erreichender Baum mit jüngeren hin- und hergebogenen, kantigen, glänzend rotbraunen Zweigen, welche durch die zu harten Stacheln umgewandelten Nebenblätter scharf bewehrt (bei gewissen Kulturformen auch unbewehrt) sind. Die kleinen Laubknospen entwickeln sich in einer von der Blattstielbasis überwallten, seidenfilzig ausgekleideten Zweighöhlung, die nach Abfall der Blätter von der dreispurigen Blattnarbe deckenartig geschlossen ist und innerhalb derselben dann dreilappig aufreißt. Die aus 9—21 eiförmigen bis elliptischen oder länglichen Blättchen gebildeten Fiederblätter sind jung seitenhaarig, später kahl, oberseits dunkel-, unterseits meist bläulichgrün gefärbt. Die ansehnlichen weißen Blüten stehen in achselständigen langgestielten, hängenden, lockeren, kahlen Trauben. Die Samen der breit linealischen, bis 10 cm langen, kahlen Hülsen sind nierenförmig und schwarzbraun.

Die letzte Sektion der Lotoideen bilden die durch die faltig einwärts springende Bauch- oder Rückennaht (letzteres bei Astragalus) der Länge nach unvollkommen zweifächerige Hülse charakterisierten Astragaleae, die sich im übrigen durch meist unpaarig gefiederte Blätter und oberes freies Staubgefäß den vorigen anschließen. Hier ist von deutschen Arten als in Wäldern (Blößen, Schläge, Waldränder 2c.) meist häufige Art nur Astragalus glycyphllos L. (süßholzblätteriger Tragant) zu erwähnen, ein fast kahles Kraut mit langen liegenden Stengeln, 4—7paarig gefiederten Blättern mit großen eiförmigen Blättchen, langgestielten achselständigen, gedrungenen Trauben grünlichgelber Blüten und etwas gebogenen Hülsen.

§ 180. Die zweite Unterfamilie der Hedysaroideae ist durch oberes freies Staubgefäß, Gliederhülse (§ 178) und bei der Keimung laubig über den Boden tretende Cotyledonen gekennzeichnet. Erwähnenswert ist für uns nur die Sektion der Coronilleae mit zu achselständigen kopfigen Dolden gruppierten Blüten, unter deren Gattungen sich Coronilla L. (Kronenwicke) durch unpaarig gefiederte Blätter, kurz-glockigen und fast 2lippigen Kelch, das zugespitzte oder geschnäbelte Schiffchen und stielrunde oder 4kantige Hülse mit einsamigen, an den Querwänden meist eingeschnürten, geraden Gliedern auszeichnet. C. Emerus L. ist ein kleiner Strauch buschiger Hügel und Berghänge in Südwestdeutschland (und Südeuropa), kenntlich durch meist 7—9 verkehrt-eiförmige und ausgerandete, bläulichgrüne Blattfiedern, durch meist 3blütige Trauben gelber (auf der Fahne oft rotstreifiger) Blüten, in denen die Nägel der Kronblätter etwa 3mal so lang als der Kelch sind, sowie durch fast stielrunde Hülsenglieder.

Die dritte hier zu berücksichtigende Unterfamilie der Vicioideae mit der einzigen Sektion der Vicieae besitzt ein oberes freies Staubgefäß und einfächerige Hülsen, unterscheidet sich aber von den vorigen Sektionen durch gewöhnlich in eine Ranke auslaufende Mittelrippe der gefiederten Blätter und namentlich durch dicke, fleischige, bei der Keimung im Boden bleibende Cotyledonen. Von den sehr schwierig abzugrenzenden künstlichen Gattungen ist Vicia L. (Wicke) ausgezeichnet durch 5zähnigen oder 5spaltigen Kelch, schief abgeschnittene Staubfadenröhre (so daß der freie Teil der oberen Staubgefäße länger als derjenige der unteren ist), durch fadenförmigen und unterhalb der Spitze auf der äußeren Seite bärtig behaarten Griffel und nicht aufgeblasene Hülsen. Von den an Waldrändern, auf Waldwiesen, Schlägen und Kulturen vorkommenden Arten ist zunächst V. sepium L. durch sehr kurze 2—5blütige Trauben schmutzig violetter Blüten und 5—7paarige Blätter mit eiförmigen bis länglichen Fiedern gekennzeichnet, während die übrigen langgestielte reichblütige Trauben rotvioletter Blüten besitzen. Unter letzteren ist V. dumetorum L. durch kahle Stengel, halbmondförmige und buchtig gezähnte Nebenblätter, 4—5paarig gefiederte Blätter mit großen eiförmigen Fiedern und besonders den von oben nach unten zusammengedrückten Griffel kenntlich. V. Cracca L. (Vogelw.) dagegen besitzt angedrückt behaarte Stengel, 10—12paarig gefiederte Blätter mit lanzettlichen bis länglich-linealischen Fiedern und ganzrandigen halb-spießförmigen unteren, lineal-lanzettlichen oberen Nebenblättern, ferner von der Seite zusammengedrückte Griffel und den Verwandten gegenüber eine Fahne, deren Platte so lang als ihr Nagel ist. Die Gattung Ervum L. (Linse) unterscheidet sich von den Wicken nur schwach durch den unter der Narbe ringsum behaarten Griffel, so daß sie wohl auch mit letzterer Gattung vereinigt wird. Von Waldbewohnern ist das kahle E. pisiforme Peterm. (Vicia pis. L.) durch 3—5paarige Blätter mit rundlich-eiförmigen Fiedern und großen halbpfeilförmigen gezähnten Nebenblättern, sowie durch reichblütige Trauben

gelblich-weißer Blüten charakterisiert. E. silvaticum Peterm. (Vicia silv. L.) besitzt 7—9-paarige Blätter mit länglich-eiförmigen Fiedern und halbmondförmigen, eingeschnitten-vielzähnigen Nebenblättern und weißlich- oder blaß-lilafarbene Blüten in reichblütigen Trauben; E. cassubicum Peterm. (Vicia cass. L.) weichhaarige Stengel, 9—13paarige Blätter mit länglichen Fiedern und halbpfeilförmigen ganzrandigen Nebenblättern und reich- und violettrot-blütige Trauben. E. hirsutum L. dagegen ist durch nur 3—8blütige Trauben sehr kleiner bläulichweißer Blüten, 8—10 Paare linealischer bis länglicher Blattfiedern, halbpfeilförmige Nebenblätter und längliche, kurzhaarige, 2samige Hülsen, das ähnliche E. tetraspermum L. durch 1—3blütige Trauben und linealische, kahle, meist 4samige Hülsen gekennzeichnet. — Lathyrus Tourn. (Platterbse — einschließlich Orobus L., Walderbse) ist von den Wicken und Linsen durch die gerade abgeschnittene Staubfadenröhre (mit gleichlangen freien Filamentgliedern), sowie durch den flachen, auf der Innenseite eine Haarlinie tragenden Griffel verschieden. Unter den Waldbewohnern zeigt von echten Platterbsen mit in eine Ranke auslaufender Blattmittelrippe: L. silvester L. geflügelte Stengel, einpaarige Blätter mit lanzettlichen Fiedern und reiche Trauben ziemlich großer Blüten mit rosafarbener und auf dem Rücken grünlich überlaufener Fahne, purpurnen Flügeln und grünlichem Schiffchen. Von den Walderbsen mit nur in eine kurze gerade Spitze auslaufender Blattmittelrippe besitzt L. montanus Bernh. (Orobus tuberosus L.) gleichfalls geflügelten Stengel, 2—3paarige Blätter mit länglichen bis lanzettlichen Fiedern und eine 4—6blütige Traube purpurroter, zuletzt schmutzig blaugrüner Blüten; ihr lang kriechender Wurzelstock ist an den Knoten dick knollig angeschwollen. L. vernus Bernh. (Orobus vern. L. — mit 2—4paarigen Blättern, eiförmigen und lang zugespitzten, unterseits grasgrünen und glänzenden Fiedern und 4—6blütigen Trauben wie bei voriger Art) und L. niger Wimm. (Orobus nig. L. — mit 4—6paarigen Blättern, eiförmigen bis elliptischen, stumpfen oder spitzlichen, unterseits blaugrünen und glanzlosen Fiedern, rein purpurnen Blüten) besitzen beide ungeflügelte Stengel.

18. Ordnung. Hysterophyta (Monochlamydeae).

§ 181. Als eine Gruppe wenn auch unter einander zum Teil verwandter, so doch in ihrer übrigen Verwandtschaft zu den Choripetalen zweifelhafter, meist parasitischer Pflanzen mit apetalen aber oft sehr ansehnlichen, doch nicht zu Kätzchen oder ähnlichen Blütenständen geordneten Blüten, folgen hier wie üblich anhangsweise noch die drei Familien der Aristolochiaceen, Santalaceen und Loranthaceen.

Die Aristolochiaceae (Osterluzeigewächse) sind nicht parasitisch lebende Kräuter oder schlingende Sträucher mit wechselständigen, meist einfachen herz- oder nierenförmigen, ganzrandigen, nebenblattlosen Blättern und in der Regel einzeln oder in armblütigen Infloreszenzen stehenden aktino- oder zygomorphen, zwitterigen Blüten mit kronenartigen, oft sehr ansehnlichem Perigon, freien oder mit dem Griffel mehr oder weniger verwachsenen Staubgefäßen und unterständigem, meist nur unvollständig 4- oder 6fächerigem Fruchtknoten mit zahlreichen Samenknospen. Die Früchte sind Kapseln oder Beeren mit endospermhaltigem Samen. Von heimischen Vertretern haben wir außer der Osterluzei (Aristolochia Clematitis L.) nur die kleine krautige, kurzhaarig-zottige, in humosen Laubwäldern unter Gebüsch und Hecken wachsende Haselwurz, Asarum europaeum L., ausgezeichnet durch kriechendes Rhizom mit nur zwei (selten drei) fast gegenständigen, ziemlich lang gestielten, herz-nierenförmigen, überwinternden Blättern, zwischen denen eine einzelne kurz gestielte, nickende, innen schmutzig dunkelpurpurne, außen bräunliche Blüte steht. Das krug-glockenförmige Perigon ist regelmäßig 3-lappig; die 12 Staubgefäße sind fast oder völlig frei und ihr Connectiv über die extrorsen Antheren hinaus pfriemenförmig verlängert; der kurze dicke Griffel trägt eine 6strahlige Narbe, die lederige 6fächerige, vom bleibenden Perigon gekrönte Kapsel springt unregelmäßig auf.

Die zweite Familie der Santalaceae (Sandelholzgewächse) umfaßt chlorophyllhaltige Parasiten, Kräuter und Holzgewächse, die entweder nach Art der Loranthaceen auf Baumästen schmarotzen oder sich mittelst ei-, kegel- oder glockenförmiger Haustorien ihrer Wurzeln den Wurzeln anderer Pflanzen (vorzüglich Monokotylen) anheften [257]). Sie sind gekennzeichnet durch wechsel- oder gegenständige, einfache und ganzrandige, nebenblattlose Blätter und meist kleine, unansehnliche, aktinomorphe, zwitterige oder eingeschlechtige, meist Aehren oder Rispen bildende Blüten mit oberständigem, 4—5blätterigem oder -lappigem, kelch- oder kronenartigem Perigon, ebenso vielen vor den Perigonteilen stehenden Staubgefäßen und unterständigem, typisch 3gliederigem, einfächerigem Fruchtknoten mit drei nackten (der Integumente entbehrenden) Samenknospen auf einer Zentralplacenta. Die Frucht ist eine durch Abort einsamige Nuß oder Steinfrucht, der Same endospermhaltig. Die einzige deutsche Gattung Thesium L. (Bergflachs) enthält Kräuter und Halbsträucher mit wechselständigen schmalen, 1—5nervigen Blättern und zwitterigen, meist 5zähligen Blüten mit röhrigem oder glockigem, 5lappigem Perigon, welches auch die eiförmige Nuß krönt. Von Waldbewohnern ist das in Bergwäldern Mittel- und Süddeutschlands heimische Th. montanum Ehrh. ausgezeichnet durch lanzettliche, lang zugespitzte,

257) Solms-Laubach, Ueber den Bau u. d. Entwickel. d. Ernährungsorgane parasitischer Phanerogamen; Jahrb. f. wissensch. Bot. VI (Santalaceen auf S. 539, Taf. 32, 33).

3—5nervige Blätter, drei Hochblätter (ein Deckblatt und zwei Vorblätter) unter jeder Blüte, sowie durch das zur Fruchtzeit bis auf den Grund eingerollte, außen grünliche, innen weiße Perigon. Th. intermedium Schrad. unterscheidet sich durch Ausläufer und meist linealische, spitze Blätter mit gewöhnlich nur einem deutlichen Nerven, Th. ebracteatum Hayne durch nur ein Deckblatt unter jeder Blüte.

§ 182. Die Loranthaceae (Riemenblumengewächse) sind, mit nur wenigen Ausnahmen erdbewohnender Arten, gleichfalls chlorophyllführende, immergrüne, strauchige Schmarotzer auf Baumästen, welche meist entweder auf der Rinde des Nährastes oberflächlich kriechende ausläuferartige Rhizoiden mit zahlreichen sekundären Haustorien oder (wie bei unseren Arten) ähnliche Zweige als „Rindenwurzeln“ in der Innenrinde der Wirtpflanze und an der Unterfläche der Rindenwurzeln zahlreiche kurze Aestchen (Senker) entwickeln, welche von dem sich neu bildenden Holze des Nährastes allmählich umwallt werden[258]). Die nebenblattlosen und gewöhnlich gegenständigen, einfachen und ganzrandigen Blätter sind meist dick und lederig, bisweilen rudimentär, die in der Regel aktinomorphen Blüten zwitterig oder eingeschlechtig. Das meist aus 3—6 freien oder in verschiedenem Grade verwachsenen Blättern bestehende oberständige Perigon ist bisweilen (Loranthus) noch von einem kleinen kelchartigen Organe umgeben. Die Staubgefäße stehen in gleicher Zahl einzeln vor den Perigongliedern. Der unterständige Fruchtknoten wird mit zwei oder drei Carpellen angelegt; seine Zentralplacenta samt den rudimentären Samenknospen verwachsen jedoch mit der Fruchtknotenwand derart, daß der Fruchtknoten zuletzt einen soliden, 1—6 Embryosäcke führenden Gewebekörper darstellt[259]), der sich zu einer Beere oder Steinfrucht mit meist nur einem endospermhaltigen Samen ausbildet. Die vorzüglich in den Tropen verbreitete Familie ist bei uns nur mit zwei Arten heimisch, von denen

Viscum album L. (weiße Mistel) die bekannteste und zugleich verbreitetste ist[260]). Sie findet sich im allgemeinen zerstreut, doch lokal bisweilen häufig durch ganz Europa, nordwärts bis Memel und Südskandinavien, auf allen Laub- und Nadelbäumen ansiedelungsfähig, doch nicht auf allen gleich häufig, am seltensten auf Eichen, Lärchen und Eiben, für die Fichte bis jetzt nicht sicher konstatiert. Dabei variieren die gelblichgrünen Sträucher nach Beschaffenheit der Nährpflanze in Tracht, Form der Blätter und Samen ꝛc., jedoch ohne die (bisweilen versuchte) Unterscheidung mehrerer Arten zu ermöglichen. Sie sind nach den Beobachtungen Solms-Laubach's am schwächlichsten und schmalblätterigsten auf Kiefern, am üppigsten und großblätterigsten auf Schwarzpappeln anzutreffen, erreichen bei kräftiger Entwickelung kugeligen Umfang und bis 60 cm Durchmesser. Die wiederholt gabelig verzweigten, an den Knoten sehr brüchigen Aeste sind mit sehr kräftiger, glatter oder querrunzeliger Cuticula bekleidet. Die dick lederartigen, undeutlich nervigen, 3—4 cm langen Blätter sind aus lang keilförmigem Grunde lineal-länglich bis länglich, stumpf und gewöhnlich mehr oder weniger sichelartig gebogen. Die zweihäusigen kleinen, gelblich grünen, im März und April sich öffnenden Blüten sitzen zu drei köpfchenartig und von schuppenförmigen Deckblättchen gestützt am Ende der Zweige. Die weiblichen besitzen sämtlich ein aus zwei zweigliederigen Wirteln dicklicher, lederiger Blättchen gebildetes Perigon welches die dicke stumpfe Narbe einschließt; in den männlichen Blütenständen ist die Mittelblüte jedoch nicht selten 5—6zählig, jede Seitenblüte 4zählig. Die Staubgefäße sind ohne Filamente, die Antheren mit der ganzen Rückenfläche den Perigonblättern einzeln angewachsen und durch 6—20 Pollenkammern gefächert, die sich mit ebenso vielen Löchern öffnen. Die etwa erbsengroßen kugeligen, innen zäh kleberig-schleimigen weißen (selten gelblichen) Beeren werden infolge weiterer Verzweigung der Aeste gabelständig.

Die Uebertragung der Mistel auf den Ast eines Nährbaumes geschieht durch beerenfressende Vögel, besonders die Misteldrossel; das den Samen anhaftende kleberige Fruchtfleisch begünstigt das Haften auf der Rinde. Das Würzelchen des Keimpflänzchens tritt unter bedeutender Streckung des hypokotylen Gliedes aus dem Samen hervor, preßt sich infolge negativ heliotropischer Krümmung mit seinem stumpfen Ende alsbald der Astrinde fest an und erweitert sich hier durch Vergrößerung seiner peripherischen Gewebe (namentlich der Oberhautzellen) zu einem scheibenförmigen Knöpfchen. Letzteres entwickelt dann erst in seiner Achse aus einem dort befindlichen Bildungsgewebe das eigentliche Haustorium als ein kegelförmiges Würzelchen, das die Epidermis der Ansatzscheibe durchbricht und in die Rinde des Nährzweiges, sofern diese noch keine zu stark entwickelte Korkschicht besitzt, hineinwächst, innerhalb des Zweiges radial weiterwachsend aber nur bis zum Holzkörper gelangt, in den es nicht einzuwachsen vermag. Dies Würzelchen wird zum ersten Senker, dessen in dem Dauerzustand übergehender, im Cambium steckender Scheitel im nächsten Jahre vom neuen Holzringe umwachsen wird, während sein im jeweiligen Cambium liegender basaler Teil wachstumsfähig bleibt und zugleich oberhalb des-

---

258) Solms-Laubach, a. d. Note 257 citierten Orte; ferner: Ueber das Haustorium der Loranthaceen in Abhandl d. naturforsch. Gesellsch. zu Halle XIII. 239.

259) Ueber die eigentümlichen Blütenverhältnisse vgl. u. a. Hofmeister, Neue Beiträge (Note 182). Treub, Observations sur les Loranthacees; Annal. du jardin botan. de Buitenzorg II, III, sowie in Annal. d. scienc. natur. Botanique 6. sér. XIII. 250, tab. 13—20.

260) Nobbe, Ueber d. Mistel, ihre Verbreitung u. forstl. Bedeutung; Tharander forstl. Jahrb. XXXIV. R. Hartig, Zur Kenntniß d. Loranthus europaeus u. Viscum album; Zeitschr.

selben die Rindenwurzeln als Seitenzweige hervorsprossen. Letztere wachsen in der Längsrichtung des Astes parallel und wenig verzweigt fort, und zwar ohne Berührung des Cambiums im Weichbaste der Innenrinde. Sie entbehren der Epidermis und sind mit dem umgebenden Bastgewebe so fest verwachsen, daß eine Trennung beider ohne Verletzung nicht möglich ist. Nur der in lange haarartige Zellen pinselartig aufgelockerte Wurzelscheitel ist mit dem Nährgewebe noch nicht verwachsen. Die an der Unterseite der Rindenwurzeln als Zweige in einer Längsreihe hervortretenden Senker dringen wie die Keimwurzel auch nur durch das Cambium bis zum Holzkörper vor und werden dann in jedem folgenden Jahre unter Uebergang der betreffenden Zone in Dauergewebe vom Holze des Nährastes umwallt, während ihre im jeweiligen Cambium steckende basale Partie Teilungsgewebe bleibt und sich mit dem Dickenwachstum des Nährastes im Cambiummantel entsprechend verlängert. Auf diese Weise können in Nährpflanzen mit spät eintretender Borkebildung (Tanne) Senker von 10 cm Länge und 40jährigem Alter gebildet werden. Bei Bäumen, deren Bast früh und rasch in die Borkebildung hineingezogen wird, sterben die in die Borke geratenden Strecken der Rindenwurzeln und damit die zugehörigen Senker früher ab. Aber auch so wird den älteren Senkern endlich ein Ziel dadurch gesetzt, daß ihre basale Wachstumspartie definitiv in Dauergewebe übergeht. Da diese ältesten Senker immer sehr breit sind und dicht beisammen zu stehen pflegen, wird mit dem Aufhören ihres Wachstums zugleich auch dem normalen Dickenwachstum des Nährzweiges eine Grenze insofern gesetzt, als an der betreffenden Stelle die Holzbildung aufhört oder auf ein Minimum reduziert wird, die Rinde abstirbt und so eine später von den Nachbargeweben umwallte Krebsstelle entsteht. Die innerhalb einer solchen Stelle befindlichen Rindenwurzeln des Parasiten sterben zwar ab; da aber die bleibenden lebenden Rindenwurzeln einer reichen Adventivknospenbildung fähig sind, entstehen solche gewöhnlich in größerer Zahl in der Nachbarschaft und wachsen zu neuen Mistelbüschen aus, die ihrerseits weitere Krebsstellen verursachen, so daß ein derart befallener Baum nach und nach in oft ausgedehntester Weise verunstaltet und in seiner Gesamtentwickelung natürlicher Weise äußerst beeinträchtigt wird. Ausbrechen der Mistelbüsche ist daher auch als Bekämpfungsmittel allein nicht ausreichend. Es muß vielmehr die ganze von den Rindenwurzeln durchwachsene Aststrecke, je früher desto besser, sorgfältig ausgeschnitten, eventuell der befallene Ast ganz entfernt werden.

Loranthus europaeus L. (europäische Riemenblume) unterscheidet sich von der Mistel durch deutlich kurz gestielte, aus keilförmigem Grunde eilängliche, dünnere Blätter, durch in kurzen terminalen Trauben stehende zweihäusige, sechszählige, gelbgrüne Blüten mit schwachem Kelchsaum, ausgebreiteten Perigonblättern und mittelst Längsspalt sich öffnenden Staubgefäßen, sowie durch gelbe Beeren. Der Schmarotzer, auf Eichen (seltener auf Edelkastanien) im südlichen Gebiete bis Sachsen zerstreut auftretend, schädigt seine Wirtpflanze durch Veranlassung starker Kropfbildungen. Ueber das abweichende Verhalten seiner Rindenwurzeln im Nähraste sind die Note 260 citierten Arbeiten Hartig's zu vergleichen.

2. Unterklasse. Sympetalae, zweikeimblätterige Blütenpflanzen mit Kelch und verwachsenblätteriger Blumenkrone. (Gamopetalae.)

1. Ordnung. Bicornes.

§ 183. Die meist aktinomorphen, 4—5zähligen Blüten dieser Ordnung sind (als seltene Ausnahme unter den Sympetalen) in der Unterfamilie der Piroleen mit freiblätteriger Krone versehen, sonst dem Typus entsprechend gebaut. Das dem Blütenboden frei eingefügte Andröceum ist obdiplostemonisch oder seine Kronstaubfäden sind nicht ausgebildet; die Pollenzellen hängen meist zu vier zusammen. Die mit den übrigen Blütenwirteln meist in Gleichzahl vorhandenen Carpelle stehen dann vor den Kronglieden und bilden einen meist oberständigen, nur bei den Vaccinieen unterständigen Fruchtknoten mit meist gleicher Zahl von Fächern und in letztere weit zurückspringenden axilen Placenten mit gewöhnlich zahlreichen gegenläufigen Samenknospen. Die Samen enthalten Endosperm. Die Ordnung ist bei uns nur durch Mitglieder der artenreichen Familie der

Ericaceae (Haidegewächse) vertreten, deren hier gesondert zu behandelnde Unterfamilien von einzelnen Autoren als eben so viele Familien betrachtet werden. Unter diesen sind die

Ericineae (Haidegewächse im engeren Sinne) Bäume oder Sträucher mit meist wechsel- oder quirlständigen und immergrünen, gewöhnlich dicht gedrängten einfachen, nebenblattlosen Blättern und aktinomorphen fünf- oder häufig vierzähligen Blüten mit verwachsenblätterigem Kelche, verwachsenblätteriger Krone und allermeist zwei vollzähligen, dem Rande einer Drüsenscheibe hypogyn eingefügten Staubblattkreisen, deren mit einem scheitelständigen Loche oder nur kurzer Längsritze sich öffnende Antheren auf dem Rücken jeder Hälfte ein verschieden gestaltetes hornartiges Anhängsel tragen. Der oberständige Fruchtknoten ist meist 4—5-

---

f. Forst- u. Jagdw. 1876, S. 321. Ferner die auf S. 322 citiert. Werke üb. Pflanzenkrankh.: Sorauer II. 25; Hartig, Lehrb. 17.

fächerig, jedes Fach mit gewöhnlich zahlreichen Samenknospen versehen; er entwickelt sich in der Regel zur fachspaltig 4—5klappigen Kapsel mit gewöhnlich sehr kleinen Samen, selten zur Steinfrucht. Letzteres ist als Ausnahme unter unseren Gattungen der Fall bei

Arctostaphylos Adans. (Bärentraube), die sich durch bleibenden fünfteiligen Kelch, krugförmige und mit fünf zurückgebogenen zahnartigen Lappen versehene Krone ähnlich derjenigen der Heidel- und Preißelbeeren und zehn Staubgefäße auszeichnet, deren Antheren dicht unterhalb des Scheitels zwei abwärts gerichtete pfriemenförmige Hörner tragen. Der fünffächerige Fruchtknoten besitzt in jedem Fache nur eine hängende Samenknospe, die kugelige Steinfrucht meist fünf einsamige Steine. A. Uva ursi Spr. ist ein mit bis meterlangen liegenden und wurzelnden, reich verzweigten Stämmchen oft große Rasen bildender Erdstrauch mit verkehrt-eilänglichen, in den kurzen Stiel verschmälerten, beiderseits glänzend grünen Blättern. Die weißen oder rosenroten, im April und Mai offenen Blüten stehen in kurzen nickenden Trauben, die scharlachroten Steinfrüchte sind den Preißelbeeren äußerlich ähnlich. Die Verbreitung erstreckt sich über Nadelwälder und Haiden fast der ganzen nördlichen Erdhälfte, im Süden des Bezirkes auf die Gebirge.

Die durch fünfzählige Blüten nächstverwandte Gattung Andromeda L. (Gränke) unterscheidet sich von den Bärentrauben vorzüglich durch aufwärts gerichtete scheitelständige Hörner der Antheren und fünfklappige Kapsel. A. polifolia L. (poleiblätterige G.) ist ein in Torfsümpfen wachsender, bis 30 cm hoher Strauch mit schmal-lanzettlichen, am Rande zurückgerollten, unterseits bläulich-grünen Blättern und endständigen Dolden etwas nickender, rötlichweißer, im Mai und Juni geöffneter Blüten mit krugförmiger Krone.

Aus der Gruppe der echten Haiden mit welkender und bleibender Blumenkrone sowie fachspaltiger Kapsel ist Calluna Salisb mit der einzigen durch fast ganz Europa, Nordwestasien und Nordamerika verbreiteten Art des gemeinen Haidekrautes oder der Besenhaide (C. vulgaris Salisb.) Charakterpflanze lichter Kiefernwälder und der von ihr auf ausgedehnten Strecken oft ausschließlich bekleideten Haiden. Als Strauch von bis 1 m Höhe, mit aufsteigenden dünnen Aesten und kreuzweise gegenständigen, dicht vierreihig-dachziegeligen, sehr kleinen lineal-lanzettlichen und am Grunde in zwei pfriemenförmige Oehrchen vorgezogenen Blättern ist sie weiter ausgezeichnet durch die einseitswendige Trauben bildenden kurzgestielten, vierzähligen, von August bis Oktober geöffneten Blüten mit tief vierspaltiger glockenförmiger, rosenroter Krone, die von dem gleichfarbigen korollinischen, fast vierblätterigen, trockenen Kelche noch überragt wird, sowie durch die gabelförmig ausgeschnittenen Anhängsel am Grunde der Antherenfächer. — Von der Besenhaide unterscheiden sich die vorzüglich in Südafrika heimischen, bei uns als beliebte Ziersträucher kultivierten echten Haiden, Erica L., durch die den krautigen Kelch überragende nur vier- (oder fünf-)lappige, übrigens sehr verschieden gestaltete Krone. Von ihnen sind als deutsche Arten mit nicht aus der Krone vorragenden Staubgefäßen zu nennen: E. Tetralix L. (Sumpf- oder Glockenhaide), ein Torfmoore und moorige Kiefernwälder Norddeutschlands (vereinzelt in Schlesien und der Lausitz) bewohnender, von Juli bis Oktober blühender, bis 50 cm hoher aufrechter Strauch mit zu vier (oder auch drei) ziemlich genährt wirtelständigen linealischen und mit den Rändern umgerollten, daher nadelförmigen, steifhaarig gewimperten Blättern und endständige kopfige Dolden bildenden Blüten mit eikrugförmiger, rosenroter Krone; ferner E. cinerea L. (graue H.) als seltener Haidebewohner des rheinischen Gebietes, ausgezeichnet durch zu drei stehende linealische, scharfrandige, kahle Blätter und quirlig-traubige Blütenstände. Dagegen ist die im April und Mai blühende, in Nadelwäldern, an Berghängen 2c. durch die Kalkalpen und Oberbaiern verbreitete, auch in Böhmen und im sächsischen Voigtlande vereinzelt häufig auftretende E. carnea L. ausgezeichnet durch die aus der fleischroten Krone vorragenden Antheren der Trauben bildenden Blüten, desgleichen durch je vier wirtelig stehende linealische, scharfrandige, kahle Blätter.

§ 184. Die zweite Unterfamilie der Rhodoraceae (Alpenrosengewächse) ist von der vorigen durch die stets anhängsellosen Antheren und wandspaltige Kapseln verschieden. Die Blüten sind meist fünfzählig. Von den zu erwähnenden Gattungen ist Ledum L. (Porst) durch wechselständige schmale, bei unserem Torfsümpfe bewohnenden, im Juni und Juli blühenden Sumpfporst (L. palustre L.) kurzgestielte linealische oder linealisch-lanzettliche, stumpfspitzige, am Rande zurückgerollte und oberseits kahle und glänzend dunkelgrüne, unterseits wie die jüngeren Zweige rostrot-filzige Blätter gekennzeichnet; ferner durch endständige Dolden weißer Blüten mit kleinem, fünfzähligem Kelche und tief fünfteiliger (fast freiblätteriger), radförmiger Krone und weit vorragenden Staubgefäßen. Der bis 1 m hohe Strauch tritt besonders in Norddeutschland und Südböhmen gesellig auf, fehlt jedoch im Westen und Südwesten, sowie den meisten Gebieten Mitteldeutschlands. Die zweite Gattung Rhododendron L. (Alpenrose) unterscheidet sich vom Porst durch fünfteiligen Kelch und die häufig trichter- oder glockenförmige, fünfspaltige bis fünfteilige Krone mit oft schiefem Saume, durch häufig mehr oder weniger ungleichlange und niedergebogene Staubgefäße 2c. Sie ist bei uns nur vertreten durch die alpenbewohnenden R. hirsutum L. (mit elliptischen oder länglich-lanzettlichen, entfernt gewimperten, unterseits drüsig punktierten Blättern und kurz eiförmigen Kelchzähnen) und R. ferrugineum L. (mit am Rande kahlen, unterseits dicht drüsig-schuppigen Blättern und länglich-lanzettlichen Kelchzähnen), beide mit trichterförmigen purpurnen Blüten in mehrblütigen

Doldentrauben, sowie R. Chamaecistus L. mit nur am Rande gewimperten, sonst drüsenlosen Blättern und zu 1—3 stehenden radförmigen, rosenroten Blüten.

Die dritte nur kleine Unterfamilie der Pirolaceae (Wintergrüngewächse) unterscheidet sich durch freiblätterige oder nur am äußersten Grunde schwach verwachsene Krone, ungehörnte Antheren, fachspaltige Kapsel und sehr kleine feilspanartige Samen mit rudimentärem Embryo ohne Keimblätter. Sie umfaßt zwei früher als eigene Familien betrachtete Reihen von Gattungen. Die Piroleae sind chlorophyllhaltige Humusbewohner mit gut ausgebildeten, meist grundständigen, gestielten rundlichen bis eiförmigen, undeutlich gekerbten bis gesägten Laubblättern und einzeln endständigen oder zu endständigen Dolden und Trauben gruppierten, meist 5zähligen aktinomorphen oder durch stärkere Entwickelung der Unterhälfte, Abwärtskrümmung des Griffels und Aufwärtsbiegung der Staubgefäße zur Zygomorphie neigenden Blüten und fachspaltigen Kapseln. Von unseren sämtlich waldbewohnenden Arten [261]) ist Pirola uniflora L. durch einzeln endständige große, weiße Blüte, P. umbellata L. (Chimophila umb. Nutt.) durch eine Dolde rosenroter Blüten, P. secunda L. (Ramischia sec. Garcke) durch einseitswendige Trauben kleiner, grünlichweißer Blüten mit 10teiligem Diskus ausgezeichnet, während die übrigen Arten (P. rotundifolia L. mit kreisrundlichen Blättern und aufwärts gebogenen Staubgefäßen — P. media L. mit gleichmäßig zusammenschließenden Staubgefäßen — ꝛc.) sich durch allseitswendige Blütentrauben auszeichnen. — Die Reihe der Hypopityaceae dagegen umfaßt chlorophyllfreie Humusbewohner mit nur schuppenförmigen Niederblättern. Sie ist bei uns nur vertreten durch den Fichtenspargel, Monotropa Hypopitys L. [262]), ein bis 25 cm hohes fleischiges, blaßgelbes, kahles oder behaartes Kraut mit einfachem, besonders im unteren Teile mit Niederblattschuppen besetztem Stengel und dichtblütiger nickender, erst nach dem Verblühen sich aufrichtender Traube, deren Endblüte 5zählig ist, deren Seitenblüten 4zählig sind, alle mit cylindrisch-glockiger, blaßgelber Krone mit am Grunde sackförmig ausgebauchten Blättern.

Die letzte, mit meistem Rechte als eigene Familie abtrennbare Unterfamilie der Vacciniaceae (Heidelbeergewächse) enthält Holzgewächse mit wechselständigen Blättern, verwachsen-blätteriger oberständiger Krone und unterständigem, meist 5fächerigem Fruchtknoten, der sich zu einer mehrfächerigen, auf dem Scheitel genabelten, gewöhnlich kugeligen und sehr fleischigen Beere entwickelt. Bei der bei uns allein heimischen Gattung Vaccinium L. (Heidelbeere) ist der Kelch der 4—5zähligen Blüten nur als ein ungeteilter oder schwach 4—5zähniger Saum entwickelt und die Antheren sind am Scheitel in eine an der Spitze mit einem Loche sich öffnende Röhre verlängert. Von deutschen Arten gehören zur Untergattung Myrtillus Koch solche mit sommergrünen Blättern, an diesjährigen Aesten meist in der Achsel von Laubblättern hängenden und gewöhnlich 5zähligen Blüten mit krugförmiger Krone und auf dem Rücken 2hörnigen Antheren. Von diesen ist das in Wäldern (vorzüglich Nadelwäldern), auf Haiden und Mooren oft große Strecken überziehende, im Mai und Juni blühende V. Myrtillus L. (Heidel-, Blau- oder Bickbeere, Besing) ein bis 30 cm hoher kahler Strauch mit scharfkantigen grünen Aesten und ei- oder länglich-eiförmigen, spitzen, klein kerbig-gesägten, häutigen Blättern. Der Kelch ist nur ein schmaler, ungeteilter Hautsaum, die kugelig-krugförmige Krone hellgrün und purpurn überlaufen; die Staubgefäße sind kahl, die kugeligen und von dem Kelchsaume und der Griffelnarbe gekrönten Beeren glänzend schwarz, bläulich bereift und innen purpurn, sehr selten weiß oder grün. Von ihm unterscheidet sich das in Torfsümpfen unseres ganzen Gebietes wachsende V. uliginosum L. (Rausch- oder Trunkelbeere) durch höheren Wuchs (bis 1¼ m), runde Zweige, verkehrt-eiförmige und stumpfe, ganzrandige, unterseits bläulichweiße Blätter, weiße oder rötliche Blumenkrone und größere, innen grünliche Beeren. — Die 2. Untergattung Vitis-Idaea Koch, charakterisiert durch immergrüne lederige, am Rande zurückgerollte Blätter und in Trauben am Ende vorjähriger Zweige stehende 4zählige Blüten mit glockiger Krone und ungehörnten Antheren, enthält bei uns nur V. Vitis Idaea L. (Preißel- oder Kronsbeere), einen wie die Heidelbeere und oft mit ihr gesellig auftretenden, bis 15 cm hohen Strauch mit runden Zweigen und elliptischen oder verkehrt-eiförmigen stumpfen, meist undeutlich gekerbten, auf der matten Unterseite zerstreut schwarz-drüsig-punktierten Blättern. Ihre Blüten besitzen einen 4zähnigen Kelch, eine weiße meist rosa überlaufene Krone und behaarte Staubfäden und die Beeren sind scharlachrot gefärbt — Zur dritten Untergattung Oxycoccus Pers., die sich durch tief 4teilige, radförmige Krone mit zurückgeschlagenen Zipfeln kennzeichnet, gehört das kleine heimische, in Torfsümpfen wachsende V. Oxycoccus L. (Oxycoccus palustris Pers., Moosbeere) mit kriechenden fadenförmigen Stengeln, eiförmigen, ziemlich spitzen, am Rande zurückgerollten und unterseits blaugrünen Blättern, armblütigen endständigen Trugdolden langgestielter, nickender, pfirsichroter Blüten und dunkelroten Beeren. In dieselbe Untergattung gehört auch die nordamerikanische, wild aber auch auf der westfriesischen Insel Terschelling und in Deutschland am Steinhuder

---

261) Radius, Dissertatio de Pirola et Chimophila; Leipzig 1821/29, mit 5 Taf. Irmisch, Ueb. d. einheim. Pirola-Arten; Botan. Zeit. 1856, S. 585. Alefeld, Monographie, in Linnaea XXVIII.

262) Drude, Die Biologie von Mon. Hypop.; 4° mit 4 Taf., Göttingen 1873. Kamienský, Die Entwickel. d. Vegetationsorgane von Mon. Hypop.; Botan. Zeit. 1881, S. 457.

Meer vorkommende, neuerdings bei uns versuchsweise kultivierte großfrüchtige Preißelbeere, V. macrocarpum Ait. (Oxycoccus macr. Pers.), die sich durch größere längliche, am Rande kaum zurückgebogene Blätter, aufrechte Fruchtzweige, achselständige Blüten und größere (bis 1¼ cm dicke) violettpurpurne Beeren unterscheidet.

2. Ordnung. Primulinae.

§ 185. Die aktinomorphen und meist 5-(4—8-)zähligen Blüten dieser Ordnung unterscheiden sich von denen der voraufgehenden durch das Fehlen der Kelchstaubfäden, die selten durch Staminodien angedeutet werden. Die mit der Krone gleichzähligen und zum Unterschiede von der vorigen Ordnung der Kronröhre eingefügten Staubgefäße sind daher epipetal. Endlich ist der fast ausnahmslos oberständige und aus fünf vor den Kelchabschnitten stehenden Carpellen verwachsene Fruchtknoten einfächerig und mit freier Zentralplacenta oder einzeln grundständiger Samenknospe versehen. Die hierher gehörende Familie der

Primulaceae (Himmelsschlüsselgewächse) besteht aus Kräutern mit gewöhnlich spiralig, selten quirlig gestellten, oft sämtlich grundständigen, nebenblattlosen und meist auch ungeteilten Blättern. Die zwitterigen Blüten sind mit seltenen Ausnahmen (Trientalis z. B.) 5zählig, ihr Kelch ist meist bleibend, die Krone fehlt nur selten (Glaux); der Fruchtknoten trägt einen einfachen Griffel und besitzt eine Zentralplacenta mit zahlreichen und ihr häufig etwas eingesenkten Samenknospen und die Kapselfrucht enthält zahlreiche endospermführende Samen. Von unseren Waldbewohnern ist Primula L. (Himmelsschlüssel, Schlüsselblume) die bekannteste und zugleich typische Gattung. Ihre Arten sind ausdauernde Kräuter mit meist grundständigen und häufig verkehrt-eispatelförmigen, ganzrandigen oder gezähnten Blättern und selten einzeln, meist auf langem nacktem Schafte in Dolden stehenden Blüten. Letztere besitzen einen 5zähnigen bis 5lappigen, oft kantigen Kelch und eine trichter- oder tellerförmige Krone mit walzen- oder keulenförmiger, an der Einfügungsstelle der Staubgefäße etwas erweiterter Röhre und fünf oft wieder ausgerandeten bis 2lappigen Saumabschnitten. Charakteristisch ist für die allermeisten Arten die Heterostylie: d. h. die Blüten der einen Pflanze besitzen einen langen Griffel mit im Schlunde der Krone oder selbst etwas höher stehender kopfiger Narbe und dabei tief in der Kronröhre weit unterhalb der Narbe eingefügte Staubgefäße; dagegen zeigen die Blüten einer anderen Pflanze der gleichen Art einen kurzen Griffel mit etwa in halber Höhe der Kronröhre stehender Narbe und zugleich oberhalb der letzteren im Schlunde der Krone eingefügte Staubgefäße. Diese Verhältnisse gehen mit Verschiedenheiten im Baue der Narbe und der Größe der Pollenkörner Hand in Hand und dienen bekanntlich der Kreuzbestäubung der Blüten mit Hilfe von Insekten[263]). Die auf dem Scheitel 5zähnig aufspringende Kapsel führt viele schildförmige Samen. Von unseren Arten mit jung am Rande zurückgerollten, später runzeligen, unterseits behaarten Blättern ist die in der südlichen Gebietshälfte heimische, sonst nur zerstreut vorkommende P. acaulis Jacq. durch in den Stiel allmählich verschmälerte Blätter und einzeln endständige schwefelgelbe, im März und April sich öffnende Blüten charakterisiert. Die gemeine P. elatior Jacq. besitzt in den Blattstiel plötzlich zusammengezogene, doch unterseits samt dem Schafte und der vielblütigen Dolde nur kurzhaarige Blätter, sowie schwefelgelbe Blüten mit flachem Kronensaum. Die ihr ähnliche und etwas später blühende P. officinalis Jacq. unterscheidet sich durch sammetfilzige Behaarung, aufgeblasenen Kelch und glockig vertieften Saum der dottergelben Krone.

Die Gattung Lysimachia Tourn. enthält Kräuter mit aufrechten oder kriechenden, gegen- oder wirtelständig beblätterten Stengeln, 5teiligem Kelche, trichter- oder radförmiger, 5teiliger Krone und 5klappiger Kapsel. L. nemorum L., in feuchten Laubwäldern von Mai bis August blühend, besitzt kriechende Stengel mit kurzgestielten gegenständigen, eiförmigen, spitzen Blättern und auf langen fadenförmigen Stielen einzeln achselständigen kleinen, gelben Blüten mit linealisch-pfriemlichen Kelch- und stumpfen Kronabschnitten. Die in Bruch- und Auenwäldern, an Gräben 2c. wachsende L. vulgaris L. ist ausgezeichnet durch aufrechte Stengel mit gegen- oder wirtelständigen, eiförmig-länglichen bis länglich-lanzettlichen Blättern und Rispen großer goldgelber Blüten, letztere gekennzeichnet durch am Rande kahle Kronenzipfel und bis zur Mitte verwachsene und den Fruchtknoten verdeckende Staubfäden. — Die in humosen, moosigen Wäldern im Mai und Juni blühende kleine Trientalis europaea L. (Siebenstern) ist leicht kenntlich durch Ausläufer, die 5—7 am Ende des einfachen Stengels fast wirtelig gedrängten, länglich-verkehrt-eiförmigen bis verkehrt-lanzettlichen Blätter und auf dünnen Stielen einzeln achselständige, in allen Teilen meist 7zählige Blüten mit weißer oder rötlich-angelaufener, radförmiger Krone.

Aus der durch die einzige grundständige Samenknospe des Fruchtknotens und meist fünf freie oder nur teilweise verwachsene Griffel verschiedenen Familie der Plumbaginaceae (Bleiwurzgewächse) ist Armeria vulgaris Willd. (Statice Armeria L., Grasnelke) als Bewohnerin trockenen, sandigen Bodens lichter Nadelwälder zu erwähnen, ein ausdauerndes Kraut mit zahlreichen grundständigen, schmal-linealischen, einnervigen Blättern und

---

263) Darwin, The different forms of flowers on plants of the same species; London 1877. Müller, a. d. Note 180 citierten Orte.

auf langem blattlosem Schafte kopfig gedrängten, rosenroten bis purpurnen Blüten. Unter dem Köpfchen befindet sich eine Hülle von trockenen Hochblättern, deren äußerste mit abwärts gerichteten und zu einer den oberen Teil des Schaftes umschließenden zerschlitzten Scheide verwachsenen Anhängseln versehen sind. Der trichterförmige Kelch zeichnet sich durch 5 kantig vorspringende Nerven und einen trockenhäutigen 5nervigen Saum aus.

8. Ordnung. Contortae.

§ 186. Die durch meist gegenständige nebenblattlose Blätter ausgezeichneten Mitglieder dieser Ordnung besitzen aktinomorphe und allermeist zwitterige, im Kelche, in der in der Knospe meist rechts gedrehten Krone und im Andröceum vier- oder mehrzählige, seltener in den Staubgefäßen nur zweizählige Blüten. Dagegen besteht der oberständige 1—2fächerige Fruchtknoten aus nur zwei Carpellen. — Die erste Familie der

Oleaceae (Oelbaumgewächse), mit ca. 150 Arten durch die nördliche gemäßigte und heiße Zone zerstreut, enthält Holzgewächse mit kreuzweise gegenständigen, einfachen oder gefiederten Blättern und meist rispigen Infloreszenzen vierzähliger Blüten mit nur zwei mit den beiden Fruchtknotenfächern abwechselnden Staubgefäßen und zugleich (als Ausnahme in der Ordnung) klappiger Knospenlage der selten fehlenden Krone. In jedem Fruchtknotenfache finden sich meist zwei aus der Spitze des Faches kollateral herabhängende, gegenläufige Samenknospen auf scheidewandständiger Placenta. Die verschiedenartige Fruchtbildung dient zur Abgrenzung der Unterfamilien. Die Samen besitzen allermeist ein fleischiges Endosperm und einen geraden, das Würzelchen nach oben kehrenden Embryo. — Die erste Unterfamilie der

Fraxineae (Eschengewächse) ist durch die lederige, nicht aufspringende Flügelfrucht ausgezeichnet, welche in der uns hier allein beschäftigenden Gattung

Fraxinus Tourn. (Esche)[264]) den Flügel endständig trägt und zugleich allermeist durch Abort des einen Fruchtknotenfaches und dreier Samenknospen nur einfächerig und einsamig ist. Der hängende, wie das Fruchtfach meist mehr oder weniger zusammengedrückte Same besitzt eine nur dünne Schale, ein reichliches fleischiges Endosperm und einen in der Axe desselben liegenden Embryo von fast der Länge des Samens, mit flachen laubigen Cotyledonen. Im übrigen sind die Eschen kahle oder (z. B. die bei uns manchmal kultivierte nordamerikanische F. pubescens Lam.) weichhaarige Bäume oder bisweilen Sträucher mit unpaarig-gefiederten (sehr selten einfachen) Blättern mit meist gesägten Fiedern. Die großen Blattnarben zeigen eine bogen- bis hufeisenförmige Gefäßbündelspur, die kleinen fast halbkugeligen, abstehenden Seitenknospen oft äußerlich nur zwei, die großen und meist kurz eiförmigen bis eiförmig-kugeligen und stumpf gespitzten Endknospen gewöhnlich vier dekussierte, oft stumpfstielig vorspringende Schuppen. Die vielehigen oder zweihäusigen kleinen, unansehnlichen Blüten bilden endständige oder als blattlos an seitlichen Kurztrieben aus Seitenknospen vorbrechende Rispen oder büschelige Trauben. Ihr Kelch ist sehr klein, glockenförmig, vierspaltig oder vierzähnig, fehlt aber auch manchen Arten völlig. Die Krone fehlt den meisten Arten; vorhanden ist sie nur in der Untergattung Ornus Pers. (Blumenesche — die südeuropäische F. Ornus L. bei uns oft kultiviert), in welcher sie meist aus vier am Grunde oft paarweise verbundenen (seltener aus zwei) schmalen, weißlichen Blättchen gebildet wird. In diesem Falle sind auch die beiden Staubgefäße dem Grunde der Krone eingefügt, sonst dieselben hypogyn. Der kürzere oder längere Griffel besitzt eine zweilappige Narbe. Von den 22 Arten der meist in Nordamerika, ferner in den Mittelmeerländern und West- und Mittelasien heimischen Gattung gehört unsere

F. excelsior L. (gemeine E.) der kronenlosen Untergattung Fraxinaster DC. an. Ihr bis über 30 m hoch und 1,7 m dick werdender Stamm ist wie die Aeste mit

264) Wenzig, Die Gattung Fraxinus neu bearbeitet, in Engler's bot. Jahrb. IV. 165.

einem hell grünlichgrauen, körnigen oder feinrissigen Periderm bekleidet, das sich erst spät in eine dichtrissige rauhe Borke umwandelt. Die grau- bis olivengrünen kahlen, mit länglichen, weißlichen Lenticellen besetzten Langtriebe sind unter den knospentragenden Knoten stark zusammengedrückt, die zahlreichen geraden oder gekrümmten Kurztriebe infolge der sehr kurzen Internodien sehr knotig, die auf den Außenschuppen kahlen (oder nur am Rande behaarten), auf den Innenschuppen graubraunfilzigen Knospen matt schwarzbraun und wie verbrannt aussehend. Die einschließlich des meist relativ kurzen Stieles bis 40 cm langen Blätter besitzen außer der Endfieder 4—7 Paare gegenständiger, fast oder völlig sitzender, lanzettlicher oder länglich- bis eilanzettlicher, zugespitzter, ungleich gesägter, beiderseits kahler oder auf der blaßgrünen Unterseite an den Nerven bisweilen sparsam behaarter Fiedern. Die vor dem Laubausbruche im April und Mai aus blattlosen Seitenknospen hervortretenden vielehigen Blüten stehen in (die männlichen in sehr dichtblütigen gedrungenen, die zwitterigen und weiblichen in längeren und lockeren) Rispen. Sie sind völlig nackt, auch ohne Kelch; die männlichen werden nur von zwei mit der unteren Filamenthälfte verwachsenen Staubgefäßen mit herzförmigen, dunkel purpurroten bis violetten Antheren gebildet; die weiblichen bestehen nur aus dem lanzettlichen bis eilänglichen, zwei aufgerichtete purpurne Narbenlappen tragenden Pistill, das in den Zwitterblüten von zwei freien Staubgefäßen gestützt wird. Die lineal-längliche oder lanzettliche bis breit lineaĺische, kahle, reif scherbengelbe bis hellbraune Flügelfrucht ist 2½—4 cm lang und bis 1 cm breit, ihr lederartiger und am Scheitel meist schief gestutzter bis schwach ausgerandeter Flügel etwa von der Länge des flach zusammengedrückten, wenig gestreiften Samenfaches und von einem stärkeren Mittelnerven und zahlreichen feinen, parallelen, gegabelten Seitennerven durchzogen. Die Keimpflanze trägt zwei große über den Boden laubig vortretende, zungenförmige, fiedernervige Cotyledonen und über denselben zunächst relativ langstielige einfache, länglich-lanzettliche, zugespitzte, gesägte, darauf erst dreizählig zusammengesetzte Laubblätter.

Die geographische Verbreitung der Esche erstreckt sich über fast ganz Europa und die Kaukasusländer, in Norwegen bis 63°40′, Schweden 61°, Finland 62°, von hier in südöstlicher Richtung durch das mittlere Rußland. Vorzüglich in Niederungen und Flußthälern heimisch, steigt sie in unseren höheren Gebirgen nur bis etwa 1200—1300 m empor.

§ 187. In die durch eine fachspaltig-2klappige Kapsel mit hängenden geflügelten Samen charakterisierte Unterfamilie der Syringeae gehört von bekannten Gattungen: Syringa L. (Flieder), Sträucher mit gestielten ganzrandigen oder selten fiederschnittigen Blättern und vielblütigen endständigen Rispen zwitteriger Blüten mit glockigem, 4zähnigem, bleibendem Kelche, tellerförmiger 4lappiger Krone und gegen das Ende der Röhre eingefügten Staubgefäßen. Die in Persien heimische, auch in Ungarn und Siebenbürgen wildwachsende, bei uns viel kultivierte und verwilderte S. vulgaris L. besitzt herz-eiförmige, spitze, kahle Blätter und etwas vertiefte Kronlappen.

Die durch Beeren- oder Steinfrüchte (letztere beim Oelbaum, Olea europaea L.) gekennzeichnete Unterfamilie der Oleineae ist bei uns nur durch die in Süddeutschland an Waldrändern, in Feldhölzern und Hecken wildwachsende, in den übrigen Gebieten oft kultivierte und verwilderte Rainweide (Liguster, Ligustrum vulgare L.) vertreten, einem im Juni und Juli blühenden Strauche mit schlanken graugrünen bis grünlichbraunen, kahlen Zweigen, kleinen eikegelförmigen, spitzen oder stumpflichen, angedrückten, grün- bis dunkel- oder schwärzlichbraunen, oft etwas schräg gegenständigen Knospen und kurzgestielten elliptischen bis elliptischlanzettlichen, spitzen, kahlen Blättern. Die endständige Rispen bildenden Blüten besitzen einen glockigen 4zähnigen, hinfälligen Kelch und eine weiße tellerförmige, 4lappige Krone mit kaum vorragenden Staubgefäßen. Die etwa erbsengroßen kugeligen, glänzend schwarzen und purpurnfleischigen, meist 2samigen Beeren bleiben den Winter über am Strauche.

§ 188. Als zweite Familie der Contorten ist diejenige der Gentianaceae (Enziangewächse) von der vorigen verschieden durch die in der Knospe allermeist gedrehte Krone der meist 5zähligen (4—7zähligen) Blüten, durch das der Krone stets gleichzählige Andröceum, sowie durch den meist einfächerigen und mit zwei Parietalplacenten mit zahlreichen Samenknospen versehenen, selten unvollständig oder völlig 2fächerigen Fruchtknoten. Dazu sind die meisten Mitglieder Kräuter mit gewöhnlich gegenständigen und in der Regel auch einfachen, oft handnervigen, nebenblattlosen Blättern.

Von den mit Waldflora bei uns vertretenen Gattungen ist aus der Unterfamilie der Gentianeae (mit gegenständigen Blättern, in der Knospe gedrehter Krone, fehlendem Diskus und häutiger Samenschale) zuerst Gentiana Tourn. (Enzian)[265]) zu nennen: Kräuter mit meist sitzenden Blättern, 4—7- (meist 5-)zähligen und gewöhnlich ansehnlichen Blüten mit großer röhrig-glockiger, trichter- oder tellerförmiger, gelappter Krone und völlig einfächerigem Fruchtknoten mit sehr kurzem oder ohne Griffel und 2lappiger Narbe. Die meisten Arten sind Bewohner der höheren Gebirge. Die auf sonnigen Waldplätzen und Hügeln besonders auf Kalkboden in Gebirgsgegenden wachsende G. cruciata L. besitzt lanzettliche 3nervige, am Grunde scheidig verwachsene Blätter, in den oberen Blattachseln und an der Spitze des Stengels quirlig gehäufte ziemlich große Blüten mit glockigem Kelche und 4lappiger blauer und im Schlunde kahler Krone. Die im Wuchse ähnliche aber in allen Teilen viel größere, hochstengelige G. asclepiadea L. der Bergwälder der Sudeten, Alpen ꝛc. ist durch eilanzettliche und meist 5nervige Blätter und in den oberen Blattachseln einzeln stehende und am Ende des Stengels büschelig gehäufte große Blüten mit keulig-glockiger 5lappiger, azurblauer und dunkel punktierter Krone unterschieden. Die auf Kalkboden zerstreut auftretende G. ciliata L. ist durch lineal-lanzettliche Blätter, endständige (oder noch in den oberen Blattachseln einzeln stehende) große Blüten mit blauer, 4spaltiger Krone mit gefransten Lappen (durch letzteres Merkmal vor allen Arten) ausgezeichnet. G. germanica Willd. besitzt untere verkehrt-eiförmige und gestielte, obere eilanzettliche sitzende Blätter und einzeln achselständige, ziemlich große, 5zählige Blüten mit lineal-lanzettlichen Kelchzipfeln und violetter, im Schlunde bärtiger Krone. Von ihr unterscheidet sich G. obtusifolia Willd. der Bergwälder ꝛc. durch längliche Blätter und blaßviolette Krone mit weißer Röhre. — Die in dieselbe Unterfamilie gehörende Gattung Erythraea Rich. (Tausendgüldenkraut) ist von voriger durch infolge starken Vortretens der Placenten halb 2fächerigen Fruchtknoten, langen Griffel mit einfacher Narbe, ferner durch die nach dem Verstäuben spiralig gedrehten Antheren verschieden. Als auf Waldwiesen, Schlägen ꝛc. meist nicht seltene Art begegnen wir E. Centaurium Pers., kenntlich am meist einfachen aufrechten Stengel, unteren verkehrt-eiförmigen und eine Rosette bildenden, sowie stengelständigen länglich-eiförmigen bis lineal-lanzettlichen, meist 5nervigen, am Rande glatten Blättern und stets ziemlich gleich hoch bleibenden Trugdolden 5zähliger Blüten, deren Kelch beim Aufblühen halb so lang als die trichterförmige, rosafarbene Krone ist.

Aus der zweiten kleinen Unterfamilie der Menyantheae mit wechselständigen Blättern, in der Knospe klappiger Krone, ring- oder drüsenförmigem Diskus und holziger Samenschale ist nur die in Torfsümpfen und Waldbrüchen wachsende Menyanthes trifoliata L. (Fieberklee) zu nennen, ausgezeichnet durch lang gestielte 3zählige Blätter mit verkehrt-eiförmigen Blättchen und am Ende des langen blattlosen Schaftes in dichter Traube stehenden 5zähligen Blüten mit etwas fleischiger, rötlichweißer, trichterförmiger, am Rande und auf der Fläche der lanzettlichen Lappen bärtiger Krone.

§ 189. Die formenreiche, fast nur den wärmeren und heißen Klimaten angehörende Familie der Apocynaceae (Hundswürgergewächse) ist dadurch charakterisiert, daß die beiden Carpelle im Fruchtknotenteile gewöhnlich mehr oder weniger von einander frei, meist nur mit den Griffeln verwachsen und dann auch zur Zeit der Fruchtreife ganz frei und in der Regel als zwei in der Bauchnaht aufspringende Balgkapseln entwickelt sind. Sie ist bei uns nur durch Vinca minor L. (Immergrün) vertreten, einen in steinigen, schattigen Wäldern wachsenden kleinen, immergrünen Halbstrauch mit langen, liegenden und häufig wurzelnden Zweigen mit gegenständigen, sehr kurz gestielten, elliptischen bis lanzettlichen, meist beiderseits spitzen, ganzrandigen, kahlen, lederigen Blättern. Die an kurzen aufrechten, wenigblätterigen Zweigen einzeln achselständigen, langgestielten, ansehnlichen Blüten besitzen einen 5teiligen Kelch und eine tellerförmige, meist hellblaue Krone mit kurzer, am Schlunde verengerter Röhre und fünf großen verkehrt-eiförmigen, meist schief gestutzten Saumlappen. Die fünf Staubgefäße sind wie in der ganzen Familie frei. Der nach oben verdickte Griffel trägt eine scheibenförmige Narbe und oberhalb derselben noch einen Haarschopf. Im Grunde der Blüte finden sich neben dem Fruchtknoten zwei drüsenförmige Nektarien. Die Früchte sind zwei ziemlich cylindrische Balgkapseln.

Die verwandte Familie der Asclepiadaceae (Seidenpflanzen), noch formenreicher wie die vorhergehende Familie, teilt mit dieser das in den Carpellen hier 2 selbständige monomere Fruchtknoten bildende, nur in der gemeinsamen Narbe verwachsene Pistill, unterscheidet sich von ihr aber durch die zugleich verwachsenen Staubgefäße, welche in eigentümlicher (doch ohne Abbildungen kaum zu erläuternder) Weise als ein mit besonderen nektarausscheidenden Anhängseln versehener Kranz die Narbe umgeben und deren Blütenstaub meist wie bei den Orchideen (§ 128) zu wachsartigen Pollinarien verklebt ist. Heimisch ist bei uns in trockenen Wäldern nur Vincetoxicum album Aschers. (Cynanchum Vincetox. R. Br., weißblütige Schwalbenwurz), ein aufrechtes Kraut mit meist gegenständigen (oder zu 3—4 wirteligen), kurzgestielten, herzeiförmigen (die untersten) bis länglich-lanzettlichen (die obersten), ganzrandigen, unterseits auf den Nerven kurzhaarigen Blättern und achselständigen Trugdolden kleiner weißer

265) Grisebach, Genera et Species Gentianearum; Stuttgart u. Tübingen 1839.

Blüten mit radförmiger 5teiliger Krone. Die schmal länglichen und lang zugespitzten Balgkapseln enthalten zahlreiche mit einem Schopfe weißseidiger Haare gekrönte Samen.

4. Ordnung. Tubiflorae.

§ 190. Der vorigen Ordnung gegenüber sind hier die nebenblattlosen Blätter meist spiralig gestellt. Die fast immer zwitterigen Blüten sind meist aktinomorph, bei etwaiger zygomorpher Ausbildung jedoch nicht median. Kelch, Krone und Andröceum sind typisch fünfzählig, die in gleicher Zahl mit den Kronabschnitten vorhandenen, unter sich stets freien Staubgefäße mit letzteren regelmäßig abwechselnd der Kronröhre eingefügt. Der oberständige, aus meist zwei (seltener 3—5) Carpellen verwachsene Fruchtknoten ist wenigstens im unteren Teile gefächert. Unter den hierher gehörenden und für uns bemerkenswerten Familien sind die

Convolvulaceae (Windengewächse) Schlingpflanzen (häufig mit Milchsaft), die nach Habitus und Lebensweise in zwei oft auch als eigene äußerst nahe verwandte Familien betrachtete Unterfamilien zerfallen. Die typischen krautigen oder strauchigen Convolvuleae sind chlorophyllhaltig und mit gut ausgebildeten Laubblättern versehen. Ihre meist ansehnlichen, einzeln achselständigen oder doldige und kopfige Infloreszenzen bildenden Blüten tragen am Stiele zwei bisweilen sehr große und dann den Kelch umhüllende Vorblätter. Die Blätter des gewöhnlich bleibenden Kelches sind in der Regel frei oder nur am Grunde wenig verwachsen. Die trichter-, teller- oder glockenförmige Krone zeigt einen mehr oder weniger deutlich fünflappigen Saum und in der Knospe eine ganz charakteristische Rechtsdrehung, bei welcher sie zugleich den Mittellinien der Lappen entsprechend derart längsfaltig ist, daß nur ein nach oben sich zuspitzender und gewöhnlich auch durch Färbung, Textur oder Behaarung (noch nach dem Aufblühen) besonders ausgezeichneter Mittelstreifen äußerlich sichtbar bleibt, während die Seitenteile nach innen eingeschlagen und nach der Gesamtdrehung entgegengesetzter Richtung gekehrt werden. Die Staubgefäße sind meist dem Grunde der Krone eingefügt, ein ringförmiger hypogyner Diskus ist gewöhnlich deutlich entwickelt, der Fruchtknoten wenigstens im unteren Teile zweifächerig, jedes der median gestellten Fächer mit zwei im Grunde aufrechten gegenläufigen Samenknospen versehen. Die Frucht ist eine Kapsel oder Beere. Die Samen besitzen Endosperm und einen großen gekrümmten Embryo mit laubigen, gefalteten Cotyledonen. Als in feuchten Gebüschen häufig und dieselben bisweilen fast undurchdringlich verflechtend, hie und da auch in Weidenheger eindringend, ist hier nur Convolvulus sepium L. (Zaunwinde) zu nennen: ein perennierendes, wegen der ober- und unterirdischen Ausläufer schwer ausrottbares Kraut mit bis meterhoch und darüber windenden Stengeln und gestielten länglich-eiförmigen, am Grunde mit eckig-abgestutzten Oehrchen pfeilförmigen, ganzrandigen Blättern. Die einzeln achselständigen sehr großen, weißkronigen, von Juli bis Oktober erscheinenden Blüten tragen am Grunde zwei große herzeiförmige, den Kelch einhüllende Vorblätter. Die unvollständig zweifächerige Kapsel öffnet sich unregelmäßig mit vielen Längsrissen.

Die zweite Unterfamilie der Cuscuteae, mit der einzigen Gattung Cuscuta Tourn. (Seide)[266], enthält chlorophyllfreie Stengelschmarotzer mit windendem fadenförmigem, nur winzige schuppenförmige Niederblätter tragenden Stengel, der sich mittelst kurzer cylindrischer, in kurze Längsreihen gestellter Haustorien den umwundenen Stengeln oder Zweigen seiner Nährpflanze anheftet. Das tiefere Eindringen der Haustorien in die Rinde der Wirtpflanze und die denkbar vorteilhafteste Art der Entziehung von Nährstoffen aus letzterer wird in der Weise bewerkstelligt, daß die an der Spitze des Haustorialkernes (einer charakteristischen zentralen Gewebepartie des Haustoriums) gelegenen Zellen schlauchförmig auswachsen, anfänglich noch zu einem pinselförmigen Bündel vereinigt, dann aber nach allen Seiten auseinandertretend, so daß sie nach Art eines Pilzmyceliums (und diesem sehr ähnlich sehend) das Nährgewebe, vorzüglich die Rinde desselben, nach allen Richtungen durchwuchern. An den gekräftigten Stengeln treten die fünf- oder häufig vierzähligen, sehr kleinen Blüten in kopfigen oder büscheligen Infloreszenzen auf. Die Einzelblüte zeigt den Typus der Convolvulaceenblüte; die glocken-, ei- oder krugförmige Krone besitzt aber unterhalb der Einfügungsstelle der Staubgefäße noch eigentümliche schuppenförmige und meist gefranste Anhängsel. Die Kapsel springt bei unseren deutschen Arten am Grunde ringsum auf. Der im Endosperm der winzigen Samen spiralig aufgerollt liegende, fadenförmige Embryo ist ohne Blattanlagen, oder er trägt an seinem Scheitel sehr kleine Schuppenblättchen. Bei der Keimung bringt seine keulig anschwellende Wurzel zunächst in den Boden ein, während der sich streckende, sehr dünn fadenförmige Stammteil des Keimlings infolge revolutiver Nutation die etwa in der Nähe befindlichen Nährpflanzen zu umschlingen sucht, denen er sich dann sofort mittelst Haustorien anheftet. Das Würzelchen des Keimlings stirbt oft schon vorher (nach vollendeter Aufsaugung des Endosperms) ab; das Pflänzchen geht nach einiger Zeit zu Grunde, wenn es innerhalb derselben mit einer zusagenden Nährpflanze nicht in Berührung kommt. Gewisse Seiden können auf Kulturpflanzen äußerst schädlich werden. Die

---

266) Koch, Die Klee- u. Flachsseide, Untersuch. üb. deren Entwickel., Verbreit. u. Vertilgung; mit 8 Taf., Heidelberg 1880. Engelmann, Systematical arrangement of the species of the genus cuscuta; Transact. of the Acad. of St. Louis 1859 (in lateinischer Ausgabe von Ascherson: Generis Cuscutae species; Berlin 1860).

deutschen Arten gehören zwei Untergattungen an. Zu Eucuscuta Engelm. mit zwei Griffeln auf dem Fruchtknoten gehört C. Epithymum Murr., charakterisiert durch in Knäueln gedrängte ungestielte, von Juni bis August erscheinende Blüten, durch zusammenneigende und die gelblichweiße Krone schließende sowie den Fruchtknoten verdeckende Schuppenanhängsel, durch fadenförmige Narben und einen den Fruchtknoten an Länge übertreffenden Griffel. Sie ist auf Thymus, Calluna, Genista ꝛc. häufig und wird in einer durch besonders kräftige Ausbildung aller Organe auffallenden var. Trifolii Choisy (Kleeseide) auf Kleeäckern äußerst schädlich. Von ihr unterscheidet sich C. europaea L. durch reicherblütige Knäuel meist rötlicher Blüten, deren Kronröhre so lang als der gelappte Saum ist; ferner durch der Kronröhre angedrückte Schuppen und durch Griffel nur von der Länge des Fruchtknotens oder noch kürzer. Sie schmarotzt auf Nesseln, Hanf, Hopfen und Weiden und kann auf letzteren in Weidenhegern schädlich werden. Die auf Flachs lebende und sehr schädliche C. Epilinum L. (Flachsseide) ist von voraufgehender durch einfache oder wenig verzweigte Stengel und dadurch verschieden, daß die bauchige Röhre der gelblichweißen Blüten doppelt so lang als der Saum ist. Zur Untergattung Monogynella Desmoul. mit teilweise oder ganz verwachsenen Griffeln und pfriemenförmigen Narben gehört dann C. lupuliformis Krocker, die kräftigste deutsche Art, mit bindfadendicken Stengeln, zu ährenförmigen Rispen gestellten gelblichen, rötlichen oder purpurnen Blüten und fast erbsengroßen Kapseln. Sie schmarotzt sehr zerstreut auf Weiden, Pappeln, Ahornen, Schneeball ꝛc.

§ 191. Solanaceae (Nachtschattengewächse). Die krautigen oder seltener strauchigen, keinen Milchsaft führenden Mitglieder dieser Familie sind zunächst habituell dadurch ausgezeichnet, daß in den meist wickelartigen Infloreszenzen die Tragblätter der einzelnen Blütenstandszweige infolge von Verschiebung resp. Verwachsung an den Zweigen mehr oder weniger hinaufrücken, in den vollkommensten häufigen Fällen bis zum Vorblatte der Blüte, so daß dann an diesen Stellen zwei Blätter bei einander stehen: das kleinere Vorblatt und das der nächst unteren Verzweigungsstelle angehörige größere Tragblatt, zwischen beiden die Blüte. Die Blütenstände der Tollkirsche (Atropa Belladonna) können als das vorzüglichste Beispiel bezeichnet werden. Die allermeist fünfzähligen und zwitterigen Blüten sind nur sehr selten in allen Kreisen aktinomorph; in der Regel sind sie so gebaut, daß wenigstens die zu zwei vorhandenen Carpelle (Fruchtknotenfächer) nicht median, sondern schräg gestellt sind. Die dadurch bedingte schräge Zygomorphie wird in gewissen Fällen durch die entsprechend schräg zygomorphe Ausbildung der Krone (so beim Bilsenkraut, Hyoscyamus niger L.), oder bei ausländischen Gattungen auch der Staubgefäße und bisweilen selbst des Kelches verstärkt. Im übrigen wechselt die Knospenlage der Krone nach Familien und Gattungen, die Staubgefäße sind mit der Krone isomer und alternierend. Die scheidewandständigen Placenten tragen zahlreiche krummläufige Samenknospen und die Frucht ist eine verschiedenartig aufspringende Kapsel oder eine Beere, der Same endospermhaltig, der Embryo allermeist stark gekrümmt bis fast spiralig. Die Mehrzahl der ca. 1½ Tausend Arten gehört den warmen und heißen Klimaten an. Für uns kommen nur drei Gattungen in Betracht, zunächst Lycium L. (Bocksdorn, Teufelszwirn) als (oft dornige) Sträucher oder kleine Bäume mit einfachen, ganzrandigen Blättern und einzeln oder in Trugdolden stehenden Blüten mit glockigem, unregelmäßig fünfzähnigem bis fünfteiligem Kelche, trichter- oder fast glocken- bis krugförmiger, in der Knospe dachiger Krone und Beerenfrucht. L. barbarum L., wild in Südosteuropa und im Orient, bei uns in Hecken, Gebüschen, an Waldrändern verwildert, ist ein der unterirdischen Ausläufer wegen schwer ausrottbarer, von Juni bis Herbst blühender dorniger Strauch mit rutenförmigen überhängenden Zweigen, länglich-lanzettlichen Blättern, fast zweilippigen Kelchen, hellpurpurner trichterförmiger Krone und länglichen scharlachroten Beeren.

Die Gattung Solanum L. (Nachtschatten) enthält Kräuter und Holzgewächse von sehr verschiedener Tracht, mit glockigem (fast sternförmigem) Kelche und meist radförmiger Krone mit gefaltetem, eckigem oder mehr oder weniger tief fünflappigem Saume. Die großen, kegelförmig zusammenneigenden Antheren springen auf dem Scheitel mit Poren auf und entbehren der bei verwandten Gattungen vorkommenden Connectivanhängsel. Die meist kugeligen Beeren sind in der Regel vom bleibenden Kelche gestützt. Aus dieser ca. 700 Arten zählenden Gattung ist bei uns S. Dulcamara L. (Bittersüßer N.) ein in feuchten Gebüschen und auch an zusagenden Waldplätzen nicht seltener, reichliche Wurzelbrut entwickelnder, mit hin- und hergebogenen Zweigen kletternder oder auch (meist rechts) windender Strauch, dessen untere gestielte Blätter meist länglich-eiförmig und am Grunde oft herzförmig sind, während die oberen spießförmig oder geöhrelt-dreilappig werden. Die nickenden trugdoldigen Blütenstände stehen den Blättern so ziemlich gegenüber und ihre tief fünfspaltigen violetten Kronen zeigen am Grunde der Saumlappen je zwei weißgesäumte grüne Flecken; die hängenden scharlachroten Beeren sind eiförmig.

Die dritte Gattung Atropa enthält nur eine in Mittel- und Südeuropa, desgleichen in West- und Mittelasien in Bergwäldern (namentlich auf Blößen und Schlägen auf kalkhaltigem Humusboden) wachsende, von Juni bis August blühende Art: A. Belladonna L. (Tollkirsche), ein ausdauerndes, ästiges, bis 1¼ m hohes, besonders im oberen Teile drüsigweichhaariges Kraut mit großen eiförmigen oder eiförmig-elliptischen, zugespitzten, ganzrandigen Blättern und einzeln achselständigen (s. oben), nickenden Blüten. Der laubige, zur Blütezeit

glockige und fünfteilige Kelch stützt zur Fruchtzeit mit sternförmig abstehenden Zipfeln die kirschengroße, glänzend schwarze, violett-saftige, süßlich-fade schmeckende und wie die ganze Pflanze sehr giftige Beere. Die ziemlich große cylindrisch-glockige, kurz und breit fünflappige, in der Knospe dachige Krone ist violett- und am Grunde gelbbraun gefärbt, die Staubgefäße sind durch bogig gekrümmte Filamente ausgezeichnet.

§ 192. Die dritte hier zu erwähnende Familie der Asperifoliaceae (Rauhblätterige Pflanzen = Boraginaceae) enthält Kräuter und Holzgewächse mit meist rauher Behaarung, gewöhnlich wechselständigen einfachen Blättern und einseitig entwickelten (dorsiventralen), vor der Entfaltung in der Regel stark eingerollten Trauben oder Aehren allermeist aktinomorpher Blüten, deren Krone unterhalb der Saumlappen oft noch fünf „Schlundschuppen“ als meist von außen kommende Einstülpungen der Röhre zeigt. Charakteristisch innerhalb der ganzen Ordnung ist für die in dieser Beziehung mit den Labiaten (§ 193) übereinstimmende Familie der Bau des Pistilles. Der aus zwei Carpellen gebildete Fruchtknoten ist ursprünglich zweifächerig, wird aber durch eine von der Rückenlinie jedes Fruchtblattes entspringende falsche Scheidewand noch einmal derart geteilt, daß vier mit je einer verschieden gerichteten gegenläufigen Samenknospe versehene Abteilungen oder „Klausen“ entstehen. Letztere wölben sich fast durchgängig schon frühzeitig auf dem Rücken so stark nach außen und oben vor, daß sie das Aussehen von vier den gemeinsamen Griffel in einer Einsenkung zwischen sich tragenden Fruchtknoten erhalten. Bei der Fruchtreife findet dann eine Spaltung der vier Klausen zu eben so vielen einsamigen Nüßchen statt. Endosperm ist im Samen vorhanden oder fehlt, der Embryo gerade oder gekrümmt. Von den 1200 über die ganze Erde zerstreuten Arten sind für uns nur wenige Standortsgewächse bemerkenswert: Aus der Gattung Symphytum Tourn. (Beinwell), welche durch röhrig-glockige, am Saume kurz fünfzähnige Krone, lanzettliche, kegelförmig zusammenschließende, drüsig-gezähnelte Schlundschuppen und am Grunde ausgehöhlte Nüßchen gekennzeichnet ist, das in Auenwäldern und auf nassen Waldwiesen &c. wachsende S. officinale L. (Schwarzwurz) mit am ästigen Stengel lang herablaufenden, ei- bis länglich-lanzettlichen Blättern und weißen, rosenroten oder violetten Blüten. Von ihm unterscheidet sich das in Süddeutschland vorkommende und schon im April und Mai blühende S. tuberosum L. durch fleischig verdickte Rhizomglieder, meist einfachen Stengel, gelblich-weiße Blüten &c. — Die Gattung Pulmonaria Tourn. (Lungenkraut) ist durch trichterförmige Krone mit offenem Schlunde und stumpfen Saumlappen und Haarbüscheln statt der Schlundschuppen, durch Heterostylie wie bei den Primeln (§ 185), sowie durch am Grunde nicht ausgehöhlte Nüßchen charakterisiert, die in humosen Laubwäldern im März und April rotviolett blühende P. officinalis L. durch herzeiförmige, in den langen Stiel plötzlich zusammengezogene, meist weißlich gefleckte grundständige Sommerblätter, welche nach der Blütezeit an kurzen, erst im nächsten Jahre blühenden Trieben erscheinen. Die an gleichen Orten vorkommende P. angustifolia L. unterscheidet sich durch lanzettliche, in den geflügelten Stiel allmählich verschmälerte Sommerblätter. — Die dritte Gattung Myosotis Dill. (Vergißmeinnicht) besitzt eine sehr kurzröhrige, tellerförmige Blumenkrone, deren Schlund durch die fünf stumpfen, buckelförmigen Schlundschuppen fast geschlossen ist. Von den waldbewohnenden Arten ist M. palustris With. durch kantigen Stengel, länglich-lanzettliche Blätter und angedrückt behaarten fünfzähnigen, zur Fruchtzeit offenen Kelch ausgezeichnet. Die ähnliche M. silvatica Hoffm. besitzt einen fünfspaltigen, mit abstehenden hakigen Haaren besetzten Kelch mit zur Fruchtzeit aufrechten Zipfeln und ihn an Länge höchstens wenig übertreffenden Stielen, während bei der zugleich durch kaum halb so große Blüten kenntlichen M. sparsiflora Mik. die zuletzt zurückgeschlagenen Fruchtstiele vielmal länger als die gleichhaarigen aber weit offenen Fruchtkelche sind.

5. Ordnung. Labiatiflorae.

§ 193. Die Blüten dieser Ordnung sind meist zwitterig und fast durchgängig median zygomorph und typisch fünfzählig, mit aus zwei Carpellen gebildetem zweifächerigem Fruchtknoten, der aber wie bei den Asperifoliaceen (§ 192) in vier Klausen zerfallen kann. Die Krone ist allermeist derart zweilippig entwickelt, daß die beiden hinteren mehr oder weniger bis völlig verwachsenen Abschnitte die Oberlippe, die beiden Seitenlappen und der vordere Abschnitt zusammen die Unterlippe bilden. Auch der Kelch ist bisweilen zweilippig. Von den fünf Staubgefäßen ist bei der überwiegenden Mehrzahl der Gattungen das hintere (in seiner Stellung der Mitte der Oberlippe entsprechende) Staubgefäß fehlgeschlagen oder nur als Staminodium entwickelt und von den vier übrigen Staubgefäßen sind die beiden vorderen in der Regel länger als die seitlichen, so daß die Blüte zwei lange und zwei kurze (zweimächtige) Staubgefäße enthält. Manchmal abortieren aber auch noch die beiden seitlichen oder die vorderen Staubgefäße, so daß das Andröceum 2gliederig wird. Von den beiden hier mit Standortsgewächsen zu erläuternden Familien stimmt diejenige der

Labiatae (Lippenblütler) bezüglich des Fruchtknotenbaues mit den Asperifoliaceen (§ 192) überein, und die vier mit je einer aufrechten gegenläufigen Samenknospe versehenen Klausen trennen sich auch hier später als vier Nüßchen mit je einem meist

267) Kerner, Monographia Pulmonariarum; 4° mit 13 Taf., Innsbruck 1878.

endospermlosen Samen und fast ausnahmslos geradem Embryo. Im übrigen enthält die mit ca. 3000 Arten über die Erde zerstreute Familie vorzüglich Kräuter mit vierkantigen Stengeln und kreuzweis gegenständigen oder wirteligen nebenblattlosen Blättern, die letzteren (wie auch Stengel und Kelche) fast allgemein mit ätherisches Oel absondernden kleinen Drüsenhärchen reichlich besetzt. Die Blüten stehen in den Achseln von Laub- oder Hochblättern in kleinen stark zusammengezogenen Infloreszenzen, bilden daher scheinbar Quirle, die wieder zu großen Gesamtblütenständen zusammengedrängt sein können. Unter den forstliche Standortsgewächse enthaltenden Gattungen ist Salvia L (Salbei) durch nur zwei entwickelte Staubgefäße von eigentümlichem Baue ausgezeichnet: ihr fadenförmig stark verlängertes Connektiv sitzt der Filamentspitze als beweglicher Hebel auf, von welchem der eine unter der Oberlippe aufsteigende Arm eine vollkommen entwickelte fruchtbare Antherenhälfte, der kürzere absteigende eine kleinere und häufig unfruchtbare oder gar keine Antherenhälfte trägt. Die drüsig-zottig behaarte und kleberige, durch herz-spießförmige Blätter und schwefelgelbe, braun punktierte Blüten gekennzeichnete S. glutinosa L. findet sich an Berghängen und in lichten Bergwäldern im südlichen Gebiete (vorzüglich Alpen), sehr selten in Schlesien. Die violett oder rosenrot blühende S. silvestris L., durch weiche graue Behaarung, länglich-lanzettliche Blätter und dunkel purpurne Hochblätter des Blütenstandes charakterisiert, tritt in Mitteldeutschland nur zerstreut und häufiger außerhalb des Waldes, in Süddeutschland häufiger auf. — Alle folgenden Gattungen besitzen die typisch zweimächtigen Staubgefäße der Familie. Von diesen ist zunächst Galeopsis L. (Hohlzahn) durch die zuletzt geradlinig ausgespreizten und quer mit zwei Klappen aufspringenden Staubbeutelhälften gekennzeichnet, während sich die Antheren der übrigen wie gewöhnlich mit Längsrissen öffnen. Von den wenigstens unter den verdickten Gelenken des Stengels steifhaarigen Arten besitzt die auf Schlägen und Blößen häufige G. Tetrahit L. länglich-eiförmige zugespitzte Blätter und rote oder weißliche, am Grunde der Unterlippe mit gelbem, rotfleckigem Hofe versehene Blumenkronen, deren Röhre so lang oder kürzer als der Kelch deren Mittelzipfel der Unterlippe fast viereckig und flach ist. G. speciosa Mill. (G. versicolor Curt.), in feuchten Wäldern (Blößen 2c.) meist gemein, ist verschieden durch die den Kelch bis um das doppelte überragende Röhre der hellgelben Krone, deren am Grunde dunkelgelbe Unterlippe einen violetten, weiß gesäumten Mittellappen und in der vorderen Hälfte weiße Seitenlappen besitzt. Die meist purpurn blühende G. pubescens Bess. ist durch den mit weichen, abwärts angedrückten Haaren besetzten, nur unter den Gelenken steifhaarigen Stengel charakterisiert. — Brunella Tourn. (Prunella L., Brunelle) besitzt einen zur Fruchtzeit flach geschlossenen Kelch mit fast plattenförmiger, kurz dreizähniger Oberlippe, wie die nächstfolgenden Gattungen einen Haarring im Inneren der Kronenröhre und unter der Oberlippe parallel laufende Staubgefäße mit ausgespreizten Antherenhälften. B. vulgaris L. ist die gemeinste Art mit länglich-eiförmigen gestielten Blättern und meist violetter oder rötlicher, geraderöhriger Krone von kaum doppelter Kelchlänge. Von ihr unterscheidet sich Ajuga L. (Günsel) durch fünfzähnigen Kelch und sehr kurz abgestutzte (bisweilen fast fehlende) Oberlippe der Krone. A. reptans L., die gemeinste, beblätterte Ausläufer treibende, meist blau blühende Art des Waldes, ist bis auf zwei Haarreihen des Stengels ziemlich kahl und besitzt bleibende spatelförmige, langgestielte Grundblätter; A. genevensis L. dagegen ist dicht zottig behaart, ohne Ausläufer, zur Blütezeit meist schon ohne Grundblätter und ihre unteren Blütendeckblätter sind dreilappig. — Lamium Tourn. (Taubnessel) besitzt gleichfalls und wie die meisten der folgenden Gattungen einen fünfzähnigen Kelch, eine kräftige helmförmig gewölbte Oberlippe der Krone, während die Seitenlappen der Unterlippe fehlen oder nur als spitze Zähnchen entwickelt sind; dazu dreikantige, am Scheitel gestutzte Nüßchen. L. maculatum L., mit ei-herzförmigen Blättern und großen purpurroten Blüten mit gefleckter Unterlippe und gekrümmter Kronenröhre, ist in etwas feuchten Wäldern meist nicht selten. Das an gleichen Orten vorkommende Galeobdolon luteum Huds. (Goldnessel) unterscheidet sich von den Taubnesseln nur durch gut ausgebildete Seitenlappen der Unterlippe der gelben Blüten. — Stachys Tourn. (Ziest) ist von beiden voraufgehenden Gattungen durch am Scheitel abgerundete verkehrt-eiförmige Nüßchen, von anderen Verwandten durch glockenförmigen Kelch verschieden; die in feuchten (namentlich Auen-)Wäldern häufige St. silvatica L. durch an der Spitze nicht verdickte unterirdische Ausläufer, langgestielte breit-herzeiförmige Blätter und schmutzig-purpurne, auf der Unterlippe weiße geschlängelte Streifen zeigende Krone gekennzeichnet.

Unter den Gattungen ohne Haarring in der Kronenröhre ist die in Wäldern gemeine kriechende Glechoma hederacea L. (Gundermann) durch nieren- bis (die oberen) fast herzförmige Blätter, röhrenförmigen fünfzähnigen Kelch, flachlippige lilafarbene Krone und unter der Oberlippe parallellaufende Staubgefäße mit paarweise ein Kreuz bildenden Antheren ausgezeichnet. Scutellaria L. (Schildkraut) ist an dem zweilippigen Kelche mit ungeteilten Lippen und schildförmiger Schuppe auf der Oberlippe kenntlich, die in feuchten Wäldern nicht seltene S. galericulata L. durch eiförmig-längliche, entfernt kerbig-gesägte Blätter und die am Grunde fast rechtwinkelig gekrümmte Röhre der blauvioletten Krone mit helmförmiger Oberlippe charakterisiert. Betonica officinalis L., auf Waldwiesen und an Waldrändern nicht selten, besitzt aus herzförmigem Grunde länglich-eiförmige gekerbte Blätter, fünfzähnigen aderlosen Kelch, purpurrote und außen dicht weichhaarige Krone mit konkaver Oberlippe und abgerundete Nüßchen. In der Gattung Teucrium L. (Gamander) ist die

verkürzte Oberlippe der Krone der Länge nach gespalten und ihre Abschnitte sind so mit der Unterlippe verbunden, daß letztere fünflappig erscheint. T. montanum L. ist ein auf Kalkhügeln in Mittel- und in Süddeutschland zerstreut vorkommender sehr kleiner, immergrüner Strauch mit kleinen lineal-lanzettlichen, ganzrandigen, unterseits graufilzigen Blättern und blaßgelben Blüten. — Die Gattung Mentha (Minze) ist an der trichterig-glockigen, nur wenig ungleich vierspaltigen Krone mit fast gleich langen spreizenden Staubgefäßen mit parallelen Antherenhälften leicht kenntlich. Die kleinen hellvioletten oder lilafarbenen Blüten sind vielehig, die männlichen besitzen aus der Krone vorragende, die weiblichen in kleinerer Krone eingeschlossene Staubgefäße. Dazu kommt leichte Bastardierung und eine weitgehende Veränderlichkeit der Arten nach Standorts- und klimatischen Verhältnissen, welche die Arten sehr schwierig abgrenzen lassen. Unter den an nassen Stellen, Gräben 2c. auch in Wäldern auftretenden Arten mit unbehaartem Kelchschlunde ist die weichhaarige M. silvestris L. durch fast sitzende eiförmige bis länglich-lanzettliche oder lanzettförmige, gesägt-gezähnte Blätter, zu fast cylindrischen endständigen Aehren zusammengedrängte Blütenquirle und bauchigen, oberwärts eingeschnürten Fruchtkelch mit etwas zusammenneigenden Zipfeln gekennzeichnet, M. aquatica L. durch gestielte eiförmige, ungleich gesägte Blätter, end- und achselständige kopfige Blütenquirle und röhrig-trichterigen, stark gefurchten Kelch mit starren pfriemlichen, zur Fruchtzeit gerade vorgestreckten Zähnen.

Die letzten drei zu erwähnenden, typisch lippenblütigen Gattungen sind durch die an einem auffallend verbreiterten Connektiv getrennt sitzenden Antherenhälften aller Staubgefäße und zugleich zweilippigen Kelch charakterisiert, unter ihnen Thymus Tourn. (Quendel, Thymian) durch spreizende gerade Staubgefäße der meist kleinen und wie bei den Minzen vielehigen Blüten. Die einzige deutsche, auf sandigen oder steinigen, trockenen, sonnigen Plätzen meist gemeine Art, T. serpyllum L., ist ein kleiner sehr veränderlicher, behaarter bis fast kahler, liegender oder aufsteigender Halbstrauch mit sehr kurz gestielten linealischen bis rundlich-elliptischen, meist drüsig punktierten Blättern und hellpurpurnen Blüten. Clinopodium Tourn. (Wirbelborste) unterscheidet sich samt der folgenden von voriger Gattung durch bogig zusammenneigende Staubgefäße und ist zugleich durch eine der folgenden Gattung fehlende, aus bürstenförmigen Deckblättchen gebildete Hülle der Blütenquirle ausgezeichnet. C. vulgare L., aufrecht, zottig behaart, mit eiförmigen Blättern und reichblütigen Quirlen purpurroter Blüten, ist in trockeneren Wäldern nicht selten. Aus der eben unterschiedenen Gattung Calamintha Mönch. ist endlich C. officinalis Mönch., mit eiförmigen Blättern, gabelspaltigen 3—5blütigen Blütenstielen, purpurroten Kronen und rundlichen Nüßchen, für die Bergwälder West- und Süddeutschlands zu notieren.

§ 194. Die ca. 2000 Arten zählende Familie der Scrophulariaceae (Braunwurzgewächse) ist von den Labiaten wesentlich nur durch den nicht in „Klausen" geteilten zweifächerigen, auf scheidewandständigen Placenten meist zahlreiche Samenknospen führenden, einen endständigen Griffel tragenden Fruchtknoten verschieden, der sich zu einer Kapsel entwickelt. Die hier zu berücksichtigenden Gattungen lassen sich in zwei Unterfamilien gruppieren. Die niemals parasitisch lebenden Antirrhineae sind durch meist absteigende Deckung der Kronenlappen in der Knospe, bei welcher die Oberlippe ganz außen liegt, ausgezeichnet, seltener durch aufsteigende Deckung mit außen liegender Unterlippe (z. B. Digitalis). Unter ihren Gattungen besitzt Verbascum L. (Königskerze)[268] ausnahmsweise wechselständige Blätter und radförmige, fast gleichmäßig fünflappige Krone mit fünf Staubgefäßen, von denen die zwei vorderen nach unten gebogen und etwas länger als die drei hinteren sind. Von den zur Bastardbildung leicht geneigten Arten lichter trockener Waldstellen, Waldränder 2c. ist V. phoeniceum L. durch nicht herablaufende Blätter und in Trauben einzeln oder selten zu zwei stehende dunkelviolette oder selten weiße Blüten mit violett-wolligen Staubfäden ausgezeichnet, während die folgenden Arten dichte, aus zahlreichen vier- bis vielblütigen Knäueln zusammengesetzte Blütenstände besitzen. Unter diesen ist V. nigrum L. durch nicht herablaufende, oberseits fast kahle, unterseits dünnfilzige Blätter und violett-wollige Staubfäden der gelben Blüten, V. Lychnitis L. durch nicht herablaufende, unterseits graufilzige Blätter und weißwollige Staubfäden der gelben oder weißen Blüten charakterisiert. V. Thapsus L. besitzt von Blatt zu Blatt am Stengel herablaufende, beiderseits dick gelblich-filzige Blätter und trichterförmige dunkelgelbe Krone mit weißwolligen Filamenten der kürzeren Staubgefäße, während die Filamente der längeren Staubgefäße kahl oder nur oben spärlich behaart und viermal länger als ihre Antheren sind. Das ähnliche V. thapsiforme Schrad. ist durch größere und heller gelbe radförmige Krone und dadurch verschieden, daß die Filamente der längeren Staubgefäße nur 1½—2 mal so lang als ihre Staubbeutel sind. — Veronica Tourn. (Ehrenpreis) zeichnet sich durch nur zwei seitliche Staubgefäße der radförmigen vierlappigen Krone aus. Unter den ausdauernden Arten mit blattachselständigen Trauben ist V. Chamaedrys L. als gemeiner Waldbewohner durch zweireihig behaarten Stengel, fast sitzende eiförmige, gekerbt-gesägte Blätter und lebhaft blaue, dunkler geaderte Blüten, die ähnliche V. montana L.

268) Schrader, Monographia generis Verbasci; 4° mit 8 Taf., Göttingen 1813/23. Pfund, Monographiae generis Verbasci prodromus; Paris 1840. Schiffner, Ueber Verbascum-Hybriden; 4° mit 2 Taf., Cassel 1886.

durch allseitig behaarten Stengel, ziemlich langgestielte Blätter und hell- oder weißlich blaue Blüten mit dunkleren Adern, die gemeine V. officinalis L. durch am Grunde kriechende und wurzelnde, rauhhaarige Stengel, kurz gestielte verkehrt-eiförmige, elliptische oder längliche, gesägte Blätter und reichblütige Trauben etwas kleinerer hell violettblauer, rotaderiger Blüten charakterisiert. V. Teucrium L. (V. latifolia Auct.) ist allen vorhergehenden gegenüber durch fünfteiligen (statt vierteiligen) Kelch, seinen nächsten Verwandten gegenüber durch sitzende eiförmige Blätter gekennzeichnet. V. spicata L. besitzt endständige blaublütige Trauben und ei- bis lanzettförmige, kerbig-gesägte, an der Spitze ganzrandige Blätter, die ihr ähnliche V. longifolia L. länglich- bis lineal-lanzettliche, scharf doppelt gesägte Blätter.

Von den Gattungen mit typisch zweimächtigen Staubgefäßen ist Scrophularia Tourn. (Braunwurz) an der fast kugeligen Krone mit kurz zweilippigem, fünflappigem Saume und dem unter der Oberlippe stehenden schuppenförmigen Staminodium kenntlich, die braunblütige S. nodosa L. feuchter Wälder an dem scharf vierkantigen aber ungeflügelten Stengel mit eiförmig-länglichen bis herzförmigen, doppelt-gesägten Blättern. Bei Digitalis Tourn. (Fingerhut)[269]) ist die Krone aus kurz röhrigem Grunde glockig oder röhrig-glockig und mit schiefem, vierlappigem Saume versehen. Die an purpurroter, innen mit dunklen weißgesäumten Fleckchen getupfter Krone kenntliche D. purpurea L. ist auf Schlägen, Blößen 2c. der Bergwälder meist häufig, die durch schwefelgelbe, innen undeutlich braunaderige Krone verschiedene D. ambigua Murr. in trockenen Laubwäldern meist zerstreut. Aus der Gattung Linaria Tourn. (Leinkraut, Löwenmaul), welche durch die am Grunde langgespornte, im Schlunde durch eine blasige Aufstülpung (Gaumen) der Unterlippe geschlossene Krone, sowie durch die an der Spitze mit gezähnten Löchern aufspringenden Kapseln charakterisiert wird, ist L. vulgaris Mill. eine auch im Walde auf Blößen nicht seltene Art mit aufrechten, in eine gelbblühende Traube endigenden Stengeln, unregelmäßig aber gedrängt stehenden lineal-lanzettlichen Blättern und knotig-rauhen geflügelten Samen.

Die zweite Unterfamilie der Rhinantheae enthält Wurzelparasiten[270]) mit in der Regel aufsteigender Knospendeckung der Kronlappen (die Unterlippe außen liegend). Unter ihnen ist die in feuchten humosen Wäldern auf Wurzeln von Laubhölzern (vorzüglich Haseln) schmarotzende, schon im März und April blühende Schuppenwurz (Lathraea squamaria L.) durch Mangel des Chlorophylls, hell purpurne Färbung aller Organe, dickes verzweigtes, mit fleischigen Schuppenblättern besetztes Rhizom, schuppig beblätterten einfachen Stengel mit einseitswendiger nickender Blütentraube, vierspaltigen Kelch, helmförmige Oberlippe der Krone, einfächerigen Fruchtknoten 2c. ausgezeichnet. Unter den übrigen chlorophyllführenden und normale Laubblätter tragenden Gattungen ist Pedicularis Tourn. (Läusekraut)[270a]) durch wechsel- oder wirtelständige, meist fiederteilige Blätter, bei unseren Arten ungleich fünfzähnigen Kelch, zusammengedrückte Oberlippe der Krone 2c. charakteristisch, die auf feuchten Waldplätzen wachsende P. silvatica L. durch aufrechte und vom Grunde an rosenrote Blüten tragende Haupt- und niedergestreckte Nebenstengel. Melampyrum Tourn. (Wachtelweizen) dagegen besitzt gegenständige schmale, ganzrandige oder am Grunde gezähnte Blätter, röhrigen vierzähnigen Kelch und den weiter verwandten Gattungen gegenüber glatte, flügellose Samen. Von den Waldbewohnern ist M. cristatum L. durch kurze vierkantige Aehren rötlichweißer Blüten (mit gelber Unterlippe) und dicht dachziegelige, kammartig gezähnte, meist purpurn überlaufene Deckblätter derselben gekennzeichnet, während M. nemorosum L. wie die beiden folgenden Arten lockere einseitswendige Aehren, goldgelbe Blüten und meist azurblaue Deckblätter derselben besitzt, M. pratense L. blaßgelbe bis weißliche Kronen mit gerader Röhre und grüne, am Grunde gezähnte Deckblätter, das ähnliche M. silvaticum L. kleinere goldgelbe Krone mit gekrümmter Röhre und ganzrandige Deckblätter.

6. Ordnung. Campanulinae.

§ 195. Von den nächst voraufgehenden unterscheidet sich diese Ordnung durch den aus 2—5 Carpellen gebildeten unterständigen Fruchtknoten (den sie zugleich mit den noch folgenden Ordnungen teilt), sowie durch die mit der Krone meist nicht, wohl aber bisweilen unter sich verwachsenen Staubgefäße. Im übrigen sind die typisch fünfzähligen Blüten aktinomorph oder zygomorph, ihre Kelchblätter im Gegensatze zu denjenigen der folgenden Ordnungen laubig entwickelt. Außer den Kürbisgewächsen (Cucurbitaceae), den Lobeliaceen 2c. gehören hierher als einzige forstliche Standortsgewächse enthaltende Familie die

Campanulaceae (Glockenblütler)[271]): oft Milchsaft führende Kräuter und Halbsträucher mit meist spiralig gestellten einfachen, nebenblattlosen Blättern und zwitterigen, meist aktinomorphen Blüten. Die fünf an der Basis der Filamente häufig verbreiteten Staubgefäße sind mit den Antheren bisweilen verklebt oder verwachsen; der Fruchtknoten ist 2—5- (meist 3-)fächerig und mit zahlreichen gegenläufigen Samenknospen auf axilen Placenten versehen. Die Frucht ist gewöhnlich eine Kapsel, der Same endospermhaltig, sein axiler Embryo

269) Lindley, Digitalium monographia; fol. mit 28 Taf., London 1821.
270) Vgl. Solms-Laubach a. d. Note 257 cit. Orte.
270a) Steiniger, Beschreib. d. europ. Arten d. Gatt. Ped.; Bot. Centralbl. XXIX.
271) A. de Candolle, Monographie des Campanulées; 4° mit 20 Taf., Paris 1830.

gerade. Unter den zu erwähnenden Gattungen resp. Arten ist die kompositenähnliche Jasione montana L. (Berg-Jasione) vor den übrigen durch die am Grunde verklebten Staubbeutel ausgezeichnet. Ihre zu einem endständigen, von einer Hochblatthülle gestützten Köpfchen gruppierten kleinen himmelblauen Blüten besitzen eine in fünf linealische, beim Aufblühen von unten nach oben sich trennende Zipfel geteilte Krone, zweifächerigen Fruchtknoten und zwei Narben. Die lanzettlichen bis linealischen, etwas welligen Blätter sind wie die ganze Pflanze rauhhaarig. — Phyteuma L. (Teufelskrallen) stimmt in der Form des bisweilen ährig verlängerten Blütenstandes, der Gestalt und dem Oeffnen der Krone ꝛc. mit voriger Gattung überein, unterscheidet sich aber durch freie Staubbeutel. P. spicatum L. ist durch gestielte herzeiförmige, kerbig-gesägte Blätter, zuerst längliches und dann ährig verlängertes Köpfchen mit schmutzig weißen und an der Spitze grünlichen oder (die var. nigra) mit dunkelblauen Blüten ausgezeichnet. — Campanula Tourn. (Glockenblume) besitzt meist glocken- oder selten trichterförmige Krone mit fünflappigem Saum, am Grunde verbreiterte und den Fruchtknotenscheitel deckende Staubfäden, 3—5fächerigen Fruchtknoten und 3—5 Narben. Unter den sämtlich blaublütigen Waldbewohnern mit gestielten Blüten und überhängenden, am Grunde mit Löchern aufspringenden Kapseln ist die steifhaarige C. Trachelium L. (nesselblättrige G.) durch scharfkantigen Stengel, untere langgestielte herzeiförmige, grob doppelt-gesägte Blätter und je 1—3 in den Blattachseln der Trauben stehende große Blüten, die ähnliche C. latifolia L. durch kahlen rundlichen, nur oben stumpfkantigen Stengel und eiförmig-längliche, weichhaarige Blätter gekennzeichnet. Unter den gestieltblütigen Arten mit aufrechten, in der Mitte oder am Scheitel sich öffnenden Kapseln besitzt C. patula L. untere länglich-verkehrt-eiförmige und obere lineal-lanzettliche Blätter und sparrige Rispen trichterig-glockiger, violetter Blüten, dagegen C. persicifolia L. untere länglich-keilförmige, obere lanzettliche bis linealische Blätter und armblütige Trauben halbkugelig-glockiger, blauer Blüten. Von den in Bergwäldern wachsenden Arten mit in end- und achselständigen Köpfchen sitzenden Blüten ist die steifhaarige C. Cervicaria L. durch untere lanzettliche und in den Stiel verschmälerte, die grau-weichhaarige C. glomerata L. durch aus abgerundetem bis herzförmigem Grunde eiförmige bis eilanzettliche Blätter kenntlich.

7. Ordnung. Rubiinae.

§ 196. Auch in dieser Ordnung mit 4—5zähligen Blüten ist der aus 2—5 Carpellen gebildete Fruchtknoten unterständig; der Kelch ist jedoch häufig mehr oder minder rudimentär, die unter sich freien Staubgefäße sind der Krone eingefügt und die kreuzweise gegenständigen Blätter besitzen meist Nebenblätter. Von den beiden Familien ist die über 4000 Arten zählende formenreiche Familie der

Rubiaceae (Färberrötegewächse) charakterisiert durch einfache Blätter mit (oft verwachsenen oder gespaltenen) Nebenblättern, aktinomorphe Blüten mit in der Knospe meist klappiger Krone und einem aus 2 Carpellen gebildeten 1—2fächerigen Fruchtknoten. Sie ist bei uns nur durch die Unterfamilie der Galieae (Stellatae) vertreten, meist Kräuter mit vierkantigen Stengeln und eigentümlicher Beblätterung: die Nebenblätter sind nämlich den Laubblättern in Größe und Form gleich, die Stengel daher wirtelig beblättert, wobei jedoch die eigentlichen (und kreuzweise gegenständigen) Laubblätter durch die nur in ihren Achseln entwickelten Laub- und Blütensprosse kenntlich sind. Bei getrennt bleibenden Nebenblättern zählt man 6, bei paarweiser Verwachsung der Nebenblätter nur 4, bei Spaltung der Nebenblätter mehr als 6 Blätter im Wirtel. Im übrigen ist der Kelch der kleinen bis sehr kleinen Blüten hier rudimentär (aus Zähnchen gebildet) bis gänzlich unterdrückt, der Griffel tief bis völlig 2spaltig, jedes der beiden Fruchtknotenfächer mit nur einer dem Grunde der Scheidewand entspringenden Samenknospe versehen, die fleischige oder nüßchenartige, nicht aufspringende Frucht meist 2knöpfig. Von den beiden hier zu erwähnenden Gattungen ist Asperula L. (Waldmeister) durch undeutlichen Kelchsaum und trichterförmige oder selten fast glockige, 4spaltige Krone charakterisiert. Die in humosen Laubwäldern wachsende, im Mai und Juni weiß blühende A. odorata L. besitzt aufrechte kahle Stengel, unten je 6 im Wirtel stehende spatelförmige, oben je 8 quirlige lanzettliche, stachelspitzige, am Rande stachelig-rauhe Blätter und am Grunde jedes Wirtels einen Kranz kurzer Borsten; ihre Früchte sind mit steifen hakigen Borsten dicht besetzt. — Galium L. (Labkraut) unterscheidet sich durch radförmige, meist 4spaltige Krone. Unter den Waldbewohnern mit achselständigen Infloreszenzen ist G. cruciata Scop. durch zu 4 stehende 3nervige, länglich-elliptische Blätter und vielehige gelbe Blüten mit nach der Blütezeit abwärts gekrümmten Stielen ausgezeichnet, das überall gemeine kletternde G. Aparine L. durch zu 6—8 stehende lineal-lanzettliche, einnervige, am Rande und auf dem Mittelnerven wie der Stengel rückwärts stachelig-rauhe Blätter und weiße Zwitterblüten. Durch zu endständigen Rispen geordnete Trugdolden zwitteriger Blüten sind charakterisiert: G. boreale L. mit lanzettlichen stumpfen und G. rotundifolium L. mit ovalen, kurz stachelspitzigen Blättern, bei beiden die Blätter zu 4 stehend und 3nervig, die Blüten weiß. Mit gleichfalls rispigen Blütenständen aber nur einnervigen und meist zu 8(—12) stehenden Blättern sind versehen: G. verum L. (Blätter schmal linealisch, am Rande umgerollt, unterseits weichhaarig; Lappen der goldgelben Krone kurz stachelspitzig), G. Mollugo L. (Blätter linealisch bis lanzettlich oder verkehrt-eilanzettlich; Lappen der weißen oder gelblich-weißen Krone haarspitzig), G. silvaticum L. (sehr sparrig-ästig;

Blätter länglich-lanzettlich, stumpf, besonders unterseits blaugrün; Lappen der weißen Krone sehr kurz stachelspitzig) und G. silvestre Poll. (schlaff und meist liegend; untere Blätter länglich, obere lineal-lanzettlich, alle vorne breiter; Lappen der weißen Krone nur spitz).

§ 197. Die Familie der Caprifoliaceae (Geisblattgewächse) ist von der vorigen nur wenig verschieden. Sie enthält meist Holzgewächse mit gewöhnlich nebenblattlosen Blättern. Die in Kelch, Krone und Staubgefäßen 4—5- (meist 5-)zähligen Blüten sind aktinomorph oder zygomorph; die Krone ist in der Knospe meist dachig, der 2—5fächerige Fruchtknoten trägt auf scheidewandständigen Placenten meist hängende Samenknospen in verschiedener Zahl, bleibt aber in einzelnen Fächern oft steril und entwickelt sich meist zur Beeren- oder Steinfrucht. Der Same schließt im fleischigen Endosperm einen meist nur kleinen Embryo ein. Als Unterfamilien lassen sich unterscheiden die

Sambuceae mit aktinomorpher, radförmiger bis kurz glockiger Krone, kurzem oder sehr kurzem tief 2—5teiligem Griffel oder völlig freien Griffeln und in jedem Fruchtknotenfache mit nur einer Samenknospe. Die typische Gattung ist Sambucus Tourn. (Hollunder). Ihre Mitglieder sind meist Holzgewächse, selten Kräuter (S. Ebulus L.), mit stark entwickeltem Marke der Zweige, unpaarig-gefiederten Blättern und rispigen oder trugdoldigen Infloreszenzen kleiner 3—5zähliger Blüten mit gegliederten Blütenstielen. Der meist 5lappige oder -zähnige Kelch ist halb oberständig, die Krone gewöhnlich tief 5lappig, die 5 Staubgefäße sind in der Regel dem Grunde der Röhre eingefügt. Der Fruchtknoten besitzt bei unseren Arten 3 Fächer und 3 sehr kurze, dicke Griffel mit kurzen, stumpfen Narben. Die beerenartige Steinfrucht enthält bei unseren Arten meist 3 Steine; der Embryo erreicht in dieser Gattung ausnahmsweise fast die Länge des Endosperms. Der in Laubwäldern, Gebüschen und Hecken durch fast ganz Europa (auch in den Kaukasusländern und Südsibirien) verbreitete, im Mai und Juni blühende schwarze H. (S. nigra L.) ist ein Strauch oder bis 9 m hoher Baum, dessen Stamm eine hellgraue korkige, rissige Borke, dessen einjährige, weißes Mark führende Zweige eine bräunlich- oder grünlichgraue Rinde mit zahlreichen dunkleren Lenticellen besitzen. Die über der großen halbmondförmigen, 5spurigen Blattnarbe gerade abstehenden kahlen, grünlich-purpurnen bis grünbraunen, eiförmigen bis eilänglichen Knospen sind nur am Grunde von 2 oder 4 Schuppen meist locker eingehüllt, oben nackt. Die unpaarig 2—3jochig gefiederten Blätter besitzen oft kleine pfriemliche, hinfällige Nebenblättchen; ihre etwas runzeligen, kurz gestielten, eiförmigen bis eilänglichen, lang zugespitzten, grob und scharf gesägten Fiedern sind oberseits dunkel-, unterseits hellgrün. Die endständigen flachen, zerstreut behaarten, an den Hauptästen 5zählig verzweigten Trugdolden sind nach der Blütezeit hängend, die Blüten gelblichweiß mit gelben Staubbeuteln, die eiförmigen bis fast kugeligen, bis 6 mm langen Steinfrüchte meist schwarzviolett, glänzend und purpurnfleischig. — S. racemosa L. (Traubenhollunder), in Bergwäldern heimisch, unterscheidet sich durch gelbbraunes Mark der einjährigen Zweige, große eiförmige bis kugelige, von häutigen purpurnen oder grünbraunen Schuppen vollständig behüllte Knospen, eilanzettliche bis lanzettliche, kleiner und schärfer gesägte und unterseits bläulichgrüne Fiedern; ferner durch dichter behaarte eiförmige Rispen zuerst grünlicher, dann gelbweißer, im April und Mai sich öffnender Blüten und aufrechte Fruchtstände mit scharlachroten Steinfrüchten. — S. Ebulus L. (Ebulum humile Garcke, Eppich, Attich, Zwerghollunder), auf Blößen und Schlägen, an Waldrändern, in Hecken 2c. in Mittel- und Südeuropa heimisch, überwintert durch kriechendes Rhizom, welches einjährige krautige, bis 1¼ m hohe Stengel treibt. Die Nebenblätter sind hier laubig, eiförmig, gesägt, die Hauptäste der Trugdolden 3zählig verzweigt, die im Juli und August erscheinenden weißen Blüten außen rötlich angelaufen, die Staubbeutel rot, die Steinfrüchte schwarz (selten grünlich oder weiß).

§ 198. Viburnum L. (Schneeball)[272] ist vom Hollunder durch völlig oberständigen Kelch, namentlich aber durch nur ein fruchtbares Fruchtknotenfach verschieden, neben welchem die beiden anderen schon früh abortierenden Fächer nur noch als ein paar Striemen am Fruchtknoten wahrnehmbar sind. Die Steinfrüchte sind daher einsteinig. In Deutschland sind nur heimisch: V. Opulus L. (gemeiner Sch.), ein Strauch mit stumpf 6kantigen, gelblich- bis rötlichbraunen, mit zahlreichen Lenticellen besetzten einjährigen Zweigen und über den schmalen stumpfwinkeligen, 3spurigen Blattnarben gegenständigen, angedrückten, eiförmigen und am Grunde meist kurz stielartig zusammengezogenen, 2schuppigen, hellbraunen bis grünlichroten Knospen. Die meist 3lappigen, handnervigen, grobgesägten Blätter sind wie die Zweige oberseits kahl, unterseits hellgrün und weichhaarig, und ihr Stiel trägt unter der Spreite einige große warzenförmige, am Grunde außer den borstlichen Nebenblättern einige gestielte Drüsen. Die Randblüten der im Mai und Juni entwickelten weißen Trugdolden sind geschlechtslos und zudem durch viel größere radförmige, unregelmäßig gelappte Krone den kleinen zwitterigen, regelmäßigen, glockigen Centralblüten gegenüber ausgezeichnet. Die länglichen Steinfrüchte sind scharlachrot. Die Art ist in feuchten humosen Laubwäldern, in Hecken 2c. durch fast ganz Europa und Nordasien verbreitet. — V. Lantana L. (wolliger Sch.), in Bergwäldern und Gebüschen Mittel- und Südeuropas heimisch und fast nur auf Kalkboden vorkommend, unterscheidet sich durch elliptische, gesägt-gezähnte, oberseits runzelig geaderte und schwach behaarte, unterseits samt den jungen und einjährigen Zweigen, den nackten Knospen und Blütenständen sehr dicht (und abreibbar) grau-

272) Oersted, Viburni generis adumbratio; Acta soc. hist. natur. Hafniensis 1860.

sternfilzige Blätter mit drüsenlosem Stiele, durch das Fehlen der geschlechtslosen Randblüten und durch zusammengedrückte, zuerst rote, dann glänzend schwarze Steinfrüchte.

Die dritte Gattung Adoxa L., von zweifelhafter Verwandtschaft und Anklänge an Chrysosplenium (§ 166) zeigend [273]), enthält nur das in feuchten humosen Laubwäldern rc. verbreitete, meist gesellig wachsende Moschuskraut (A. Moschatellina L.), ein kleines krautiges Pflänzchen mit perennierendem, fleischige Ausläufer treibendem Rhizom, einem oder wenigen langgestielten, doppelt-3zähligen Laubblättern und achselständigen langgestielten, meist 5blütigen Köpfchen kleiner grünlicher, im März und April geöffneter Blüten. Die Seitenblüten besitzen einen 3lappigen Kelch, 5lappige Krone, 5 bis zum Grunde gespaltene (daher scheinbar 10) Staubgefäße und 5 Griffel; die Gipfelblüte ist im Kelche 2-, sonst 4zählig.

§ 199. Die zweite Unterfamilie der Lonicereae kennzeichnet sich durch röhrige oder glockige, oft durch ungleiche Saumlappen mehr oder weniger zygomorphe bis entschieden 2lippige Krone, verlängerten einfachen Griffel und meist mehrere bis zahlreiche Samenknospen in jedem Fruchtknotenfache. Hierher gehört zunächst Lonicera L. (Heckenkirsche): aufrechte oder windende Sträucher mit meist ganzrandigen Blättern, fünfzähnigem Kelchsaum, röhriger, am Grunde oft ausgesackter, unregelmäßig 5lappiger bis 2lippiger Krone (4 Lappen die Ober-, ein tiefer abgetrennter Lappen die Unterlippe bildend), 5 Staubgefäßen und 2—3fächerigem, in jedem Fache zahlreiche Samenknospen führendem, sich zu einer Beere ausbildendem Fruchtknoten. Als Untergattungen lassen sich zunächst unterscheiden: Caprifolium Tourn. (Geisblatt) als windende Sträucher mit in Quirlen oder Köpfchen stehenden ziemlich großen Blüten und durch Abort einfächerigen, vom bleibenden Kelche gekrönten Beeren. In Wäldern (besonders Auenwäldern), Gebüschen und Hecken ist bei uns heimisch die von Juni bis August blühende L. Periclymenum L. mit kurz gestielten bis (die obersten) sitzenden, aber nicht verwachsenen, ovalen bis verkehrt-eiförmigen Blättern, gestielten Köpfchen gelblichweißer bis selten hellpurpurner, außen samt dem Köpfchenstiele drüsig-flaumiger Blüten und roten Beeren. Das im südlichen und südwestlichen Deutschland oft verwilderte echte G. oder Jelängerjelieber, L. Caprifolium L., unterscheidet sich durch rundlich-elliptische, unterseits bläulichgrüne, an den blühenden Trieben am Grunde paarweise verwachsene und vom Stengel durchwachsene Blätter und in Quirlen und über dem obersten Blattpaare in einem sitzenden Köpfchen stehende weiße, gelblichweiße oder hellpurpurne Blüten. — Die zweite Untergattung Xylosteum L. (echte H.) enthält aufrechte Sträucher mit auf blattachselständigen Stielen paarig stehenden kleineren Blüten und vom Kelche nicht gekrönten Beeren. Unter diesen ist die in Wäldern, Gebüschen und Hecken verbreitete, im Mai und Juni blühende gemeine H. (L. Xylosteum L.) ausgezeichnet durch graurindige hohle Zweige, sehr locker beschuppte, zottig behaarte, gelbliche, weit abstehende Knospen, durch kurz gestielte elliptische und wie die jungen Zweige weichhaarige Blätter, gelblichweiße samt den ihnen gleichlangen Stielen flaumhaarige Blüten mit nur am äußersten Grunde verwachsenen Fruchtknoten und scharlachrote Beeren. Von ihr unterscheidet sich die in Gebirgswäldern zerstreut auftretende L. nigra L. durch graubraune markige Zweige, kahle schwärzliche Knospen, länglich-elliptische und zuletzt kahle Blätter, durch kahle und die außen hellpurpurne, innen weiße Blüte an Länge bis viermal übertreffende Blütenstiele, sowie durch schwarze Beeren. Die in den süddeutschen Alpengebieten, Oberbaiern rc. in Gebirgswaldungen, den Alpen rc. vorkommende L. coerulea L. ist kenntlich an den bis zum Scheitel verwachsenen Fruchtknoten und blauschwarzen Beeren; die Blütenstiele sind kürzer als die gelblichweißen Blüten. Die gleichfalls süddeutsche L. alpigena L. besitzt gleichen Fruchtknoten und rote ganz verwachsene Beeren, lang zugespitzte Blätter und purpurne Blüten mit mehrmals längeren Stielen.

Linnaea borealis Gron. ist ein auf moosigem Boden schattiger Haidewälder zerstreut im Gebiete vorkommender aber meist gesellig wachsender kleiner, rasenbildender, im Juli und August blühender Strauch mit fadenförmigen kriechenden Zweigen, kleinen kurzstieligen, rundlichen Blättern und aufrechten, am Grunde wenigblätterigen Blütentrieben mit je 2 an der Spitze hängenden Blüten, die sich durch glockenförmige 5lappige, rötlichweiße Krone und 4 zweimächtige Staubgefäße (§ 193) auszeichnen; die Frucht ist eine saftlose einsamige Beere.

8. Ordnung. Aggregatae.

§ 200. Diese letzte Ordnung zeichnet sich durch aktinomorphe oder zygomorphe, in Kelch, Krone und Andröceum typisch 5zählige Blüten aus; doch ist der Kelch rudimentär oder als Federresp. Haarkrone (Pappus) entwickelt oder ganz fehlgeschlagen, die Staubgefäße sind bisweilen auf 1—4 reduziert und der aus 2—3 Carpellen gebildete unterständige Fruchtknoten ist entweder einfächerig und mit nur einer Samenknospe versehen, oder es ist bei mehreren Fächern nur eines fruchtbar. Von den hierher gehörenden Familien enthält diejenige der

Valerianaceae (Baldriangewächse) [274]) Kräuter mit gegenständigen, nebenblattlosen, meist fiederspaltigen oder -teiligen Blättern und trugdoldig-rispigen Blütenständen ohne besondere Hochblatthülle. Die Blüten sind zygomorph oder ganz unregelmäßig gebaut; ihr Kelch ist nur ein kleiner gezähnter Saum, oder er entwickelt sich erst nach der Blütezeit in Form einer

273) Drude, Ueber d. natürl. Verwandtschaft von Adoxa u. Chrysosplenium; Bot. Zeit. 1879 S. 665, Taf. 8.

274) Höck, Beiträge z. Morphologie rc. d. Valer., in Engler's bot. Jahrb. III. 1.

oft 10strahligen Federkrone. Die Krone ist meist unregelmäßig 5lappig, die nicht verklebten Staubgefäße sind zu 1—4 (meist 3) vorhanden, und von den 3 Fruchtknotenfächern ist nur eines mit einer hängenden Samenknospe fruchtbar, die andern beiden sitzen dem Fruchtknoten nur als leere Striemen, Wülste oder Blasen an. Die nußartige Frucht enthält einen endospermlosen Samen mit geradem Embryo. Bemerkenswert ist für uns nur Valeriana L. (Baldrian)[275], ausgezeichnet durch den zur Blütezeit nur als schmaler eingerollter Saum vorhandenen Kelch, dessen Zähnchen sich später zu 5—15 federförmig gewimperten Borsten, dem als Flugapparat der Früchte dienenden Pappus, vergrößern. Die Kronenröhre unserer Arten zeigt am Grunde eine kurze Aussackung. Die gemeinsten Arten sind: die in feuchten Auenwäldern und an Ufern im Juni und Juli blühende V. officinalis L., bis ½ m hoch, mit 7—11-paarig-fiederteiligen Blättern, eiförmigen bis lanzettlichen und meist eingeschnitten-gezähnten Blättchen und fleischroten Zwitterblüten; — dann die auf sumpfigen Wiesen auch im Walde vorkommende V. dioica L. mit rundlich-eiförmigen bis elliptischen und meist ganzrandigen Grundblättern, leierförmig eingeschnittenen unteren und meist 3paarig-fiederteiligen oberen Stengelblättern und 2häusig vielehigen, weißen oder rosafarbenen Blüten.

Die Dipsaceae (Karbengewächse) teilen mit der vorigen Familie die gegenständigen Blätter und nicht verklebten Antheren der meist zu 4 vorhandenen Staubgefäße, unterscheiden sich aber durch die zu endständigen und von einer besonderen Hochblatthülle (Involucrum) gestützten Köpfchen zusammengedrängten Blüten, deren 4—5zählige Krone einen meist 2lippigen Saum zeigt. Der einfächerige, eine hängende Samenknospe enthaltende Fruchtknoten ist zudem außer dem seinen Rand krönenden kleinen Kelche noch von einem zweiten, aus verwachsenen Vorblättern gebildeten „Außenkelche" umgeben, der auch die kleine reife Schließfrucht eingeschlossen hält. Der Same führt Endosperm. Von unseren Gattungen zeichnet sich Dipsacus Tourn. (Karde) durch die mit stachelspitzigen Deckblättern (Spreublättern) der Einzelblüten besetzte Köpfchenaxe aus; ferner durch 4kantigen und 4zähnigen, zugleich 8furchigen Außenkelch, sowie durch den beckenförmigen und fast 4kantigen, am Saume ganzrandigen oder vielzähnigen, gewimperten Kelch. D. pilosus L., in feuchten Wäldern und Gebüschen zerstreut auftretend, wird bis 1¼ m hoch, besitzt stachelige und steifhaarige Stengel, gestielte und am Ende des Stieles geöhrte, elliptische, kerbig-gezähnte Blätter und hellgelbe Blüten mit schwarzvioletten Staubbeuteln. — Scabiosa L. (Scabiose) besitzt im Köpfchen gleichfalls Deckblätter der Einzelblüten, unterscheidet sich aber durch den mit einem glocken- oder radförmigen, trockenen Saum (und zugleich mit 8 durchlaufenden oder halbierten Furchen) versehenen Außenkelch und den mit 5 oder 10 rauhen Borsten besetzten Kelchrand. Bei der in trockenen lichten Wäldern, Gebüschen, an Wegrändern &c. meist häufigen S. Columbaria L. sind die Blätter der nicht blühenden Triebe länglich, stumpf, gekerbt, eingeschnitten oder leierförmig, die untersten Stengelblätter leierförmig, die oberen bis zur Mittelrippe fiederteilig, die Blüten rötlich-violett, bei der var. ochroleuca L. gelblichweiß. — Die den Skabiosen sehr ähnliche Gattung Knautia L. ist dadurch ausgezeichnet, daß die Köpfchenaxe nicht mit Deckblättern, sondern nur mit Haaren besetzt, der Außenkelch nicht gefurcht ist. K. arvensis Coult.. an Waldrändern, auf Rainen und trockenen Wiesen häufig, besitzt untere meist ungeteilte länglich-lanzettliche und obere fiederspaltige Blätter.

§ 201. Die letzte und zugleich größte, mehr als 10 000 Arten zählende Familie der Phanerogamen, die der Compositae (Korbblütler)[276] enthält vorwiegend Kräuter mit spiralig gestellten, seltener gegenständigen, nebenblattlosen Blättern. Die kleinen zwitterigen oder z. T. eingeschlechtigen oder geschlechtslosen Blüten stehen ohne oder mit Deckblättern (Spreublättern, weil häufig trockenhäutig) in kopfigen, meist vielblütigen Infloreszenzen (Körbchen), die von einer Hochblatthülle (Hüllkelch, Involucrum) umgeben und oft wieder zu größeren Gesamtblütenständen gruppiert sind. Der Kelch ist nur selten in Form kleiner Blätter oder Schuppen entwickelt; meist ist er zu einem Kranze einfacher oder federig verzweigter Haare (Haar- oder Federkrone, Pappus) umgestaltet, der sich erst nach der Blütezeit vollständig ausbildet, oder er fehlt ganz. Die Krone ist bei unseren Gattungen entweder aktinomorph und röhrig oder röhrig-glockig und mit fünfspaltigem Saume versehen (Röhrenblüten); oder sie ist durch den einseitig zungenförmig verlängerten, drei- oder fünfzähnigen Saum zygomorph (Zungenblüten). Sind Röhren- und Zungenblüten in demselben Köpfchen vorhanden, so nehmen letztere den Rand (Randblüten, Strahlenblüten), erstere die Mitte des Körbchens ein (Scheibenblüten). Die der Kronröhre mit kurzen Filamenten eingefügten Staubgefäße sind (mit vereinzelten Ausnahmen) mit den Antheren zu einer Röhre verklebt, durch welche der lange Griffel hindurchgeht, dessen beide Aeste die Narbenpapillen in zwei Längsreihen (Narbenlinien) angeordnet zeigen. Der aus zwei Carpellen gebildete einfächerige Fruchtknoten entwickelt sich mit seiner einzigen im Grunde aufrechten Samenknospe zu einer Achäne, welche vom Kelchsaume oder Pappus gekrönt wird. Der Same ist ohne Endosperm, sein Embryo meist gerade.

---

275) Irmisch, Beitrag z. Naturgesch. d. einheim. Valeriana-Arten; Abhandl. d. naturf. Ges. zu Halle 1854, S. 19, Taf. 1—4.

276) Ueber d. Entwickl. d. Blüten vgl. Note 187. Hildebrand, Die Geschlechtsverhältnisse bei d. Compositae; Nova Acta XXXV. Hildebrand, Ueber d. Verbreitungsmittel d. Compositenfrüchte; Bot. Zeit. 1872, S. 1.

Die Unterfamilien (von deren Gattungen und Arten bei der großen Anzahl hier nur einzelne wichtigere Beispiele hervorgehoben werden können) lassen sich zunächst in zwei große Reihen ordnen. Die Tubuliflorae besitzen in jedem Köpfchen entweder nur zwitterige Röhrenblüten; oder die letzteren bedecken als Scheibenblüten das Zentrum und der Rand des Körbchens wird von weiblichen oder geschlechtslosen Zungenblüten gebildet. Die zweite Reihe der Liguliflorae trägt in jedem Köpfchen nur zwitterige Zungenblüten.

§ 202. Zur Reihe der Tubuliflorae gehören zunächst die Eupatorioideae mit walzen- oder schwach keulenförmigen, stumpfen, außen behaarten Griffelästen, deren Narbenlinien nicht über die Mitte hinausgehen und nicht zusammenfließen. Die Randblüten sind meist wenig auffallend. Unter den Gattungen ist Eupatorium Tourn. ausgezeichnet durch cylindrischen, aus nur wenigen dachziegeligen Blättern gebildeten Hüllkelch des kleinen armblütigen Köpfchens, sowie durch den Mangel der Spreublätter. E. cannabinum L. (Wasserhanf), mit bis 2 m hohem Stengel, gegenständigen kurzgestielten, fingerförmig drei- oder fünfteiligen Blättern mit lanzettlichen, gesägten Abschnitten, sowie zu dichten Doldenrispen gruppierten, schmutzig rosafarbenen Köpfchen, ist in nassen Gebüschen, an Waldgräben ꝛc. nicht selten. — Petasites Tourn. (Pestwurz) unterscheidet sich durch kleine zweihäusig-vielehige, zu Trauben geordnete Köpfchen mit unregelmäßig 2—3reihigem Hüllkelche; die Zwitterblüten der Zwitterpflanzen sind zahlreich; die weiblichen Randblüten sind in den männlichen Köpfchen einreihig, in den weiblichen mehrreihig vorhanden. P. albus Gärtn., mit nicht verdicktem Wurzelstocke, rundlich-herzförmigen, stachelspitzig-gezähnten und unterseits weißlich wollig-filzigen Blättern und gelblichweißen Blüten, findet sich zerstreut an feuchten Stellen und Bächen der Gebirgswälder und blüht schon im März und April.

Die Unterfamilie der Asteroideae besitzt linealische oder längliche, meist spitze, außen flache, nach oben dicht behaarte Griffeläste, deren getrennte Narbenlinien da aufhören, wo die Behaarung beginnt. Bei den meisten Gattungen sind die zungenförmigen weiblichen, seltener geschlechtslosen Randblüten kräftig entwickelt. Die Gattung Erigeron L. (Balbgreis) ist durch meist kleine Köpfchen mit grubigem Boden, mehrreihigem dachziegeligem Hüllkelch und mehrreihigen weiblichen Randblüten (deren innere oft röhrenförmig sind), sowie durch den aus einer Reihe rauher Haare gebildeten Pappus der Früchte gekennzeichnet. E. canadensis L. ist ein im 17. Jahrhundert aus Nordamerika eingeschlepptes, in Wäldern auf Schlägen und Blößen gemeines Unkraut mit bis meterhohem rauhhaarigem, oberwärts traubig-ästigem Stengel, lineal-lanzettlichen rauhhaarigen und ebenso gewimperten Blättern und zahlreichen sehr kleinen, weißlichen Köpfchen. — Solidago L. (Goldruthe) unterscheidet sich von voriger Gattung durch nur einreihige weibliche Randblüten; S. Virga aurea L., in trockenen Wäldern nicht selten, ist durch ovale gesägte Grundblätter, länglich-elliptische spitze untere und lanzettliche fast ganzrandige obere Stengelblätter und kleine goldgelbe Köpfchen charakterisiert. — Inula L. (Alant)[276a]) ist an den großen hochgelben Köpfen ohne Spreublätter, dem dachziegeligen Hüllkelch, an den einreihigen weiblichen Randblüten, durch pfriemenförmige Anhängsel am Grunde geschwänzten Staubbeuteln und dem aus nur einer Reihe (bei unseren Arten rauher) Haare gebildeten Pappus kenntlich. Die in trockenen Wäldern vorkommende rauhhaarige I. hirta L. besitzt einfache oder wenig ästige Stengel, längliche bis lanzettliche, meist ganzrandige Blätter, lanzettliche bis linealische Hüllkelchblätter, große Randblüten und kahle Früchte, die mehr zerstreut auftretende kurzhaarig-filzige I. Conyza DC. meist oberwärts sehr ästige Stengel, länglich-eiförmige bis lanzettliche, spitze, entfernt gezähnelte Blätter und kurzhaarige Früchte.

Die Unterfamilie der Senecioideae zeigt linealische, am Ende pinselartig behaarte und abgestutzte oder über die Behaarung hinaus in ein kegelförmiges, rauhhaariges Anhängsel verlängerte Griffeläste, deren getrennte und ziemlich breite Narbenlinien bis zum Haarpinsel reichen. Unter den Gattungen ist Gnaphalium Tourn. (Ruhrkraut) durch kleine oder ziemlich kleine Köpfchen mit dachziegeligem Hüllkelch, dessen Blätter an der Spitze oder fast bis zum Grunde trockenhäutig und oft gefärbt sind, ferner durch geschwänzte Antheren und mehr oder weniger weißfilzige oder wollige Behaarung des Stengels und der einfachen, schmalen Blätter gekennzeichnet. Bei dem in Wäldern (namentlich auf Schlägen, Kulturen) meist häufigen G. silvaticum L. ist der einfache Stengel ohne Ausläufer, der Hüllkelch bräunlich; mehrere äußere Reihen der gelblichweißen Blüten sind fadenförmig und weiblich, die inneren desselben Köpfchens zwitterig. G. dioicum L. (Katzenpfötchen) dagegen treibt Ausläufer und die weißen oder rötlichen Blüten sind zweihäusig: die Köpfchen der einen Pflanze besitzen nur fadenförmige weibliche Blüten mit fadenförmigen Pappushaaren, die der anderen nur röhrige Zwitterblüten mit oberwärts keulig verdickten Pappushaaren. Das auf sonnigen sandigen Blößen vorkommende G. arenarium L. (Helichrysum aren. DC., Immortelle, Strohblume) ist durch zitronengelben Hüllkelch und orangerote Blüten, vorzüglich aber von den übrigen Arten durch wenig zahlreiche einreihige weibliche (oft fehlende) Randblüten verschieden. — Achillea L. (Schafgarbe) besitzt Spreublättchen im Köpfchen, fast halbkugeligen dachziegeligen Hüllkelch, nur wenige (bei unserer Art 4—6) weibliche Randblüten mit rundlicher, weißer oder rosafarbener Zunge, gelbe zusammengedrückte Scheibenblüten und auf dem Scheitel der Staubbeutel ein länglich-eiförmiges Anhängsel; ein Pappus fehlt. Die auch in lichten Wäldern gemeine, etwas

---

276a) Beck, Inulae Europae; Denkschrift. d. Wiener Akad. d. Wissensch. Bd. 44 (1882).

zottige bis fast kahle A. Millefolium L. ist durch unterirdische Ausläufer, doppelt-fiederteilige Blätter mit 2—5spaltigen Abschnitten, sowie durch ziemlich kleine, Doldenrispen bildende Köpfchen ausgezeichnet. — Chrysanthemum L. (Wucherblume) ist von voriger Gattung durch Fehlen der Spreublätter und zungenförmige Randblüten der meist viel größeren Köpfchen verschieden, im übrigen von sehr verschiedenem Blüten- und Fruchtbau, der Anlaß zur Aufstellung unhaltbarer Gattungen gab. Bei dem durch meist nur einköpfigen Stengel und länglich-lanzettliche oder fast spatelförmige, meist grob gezähnte Blätter ausgezeichneten Ch. Leucanthemum L. (Leucanthemum vulgare Lam.) sind die Randblüten lang und weiß, die gleichgestalteten und gleichmäßig 5- oder 10streifigen Früchte sämtlich ohne oder nur die randständigen mit Kelchsaum versehen. Bei dem in Bergwäldern wachsenden Ch. corymbosum L. (Pyrethrum corymb. Willd.), mit meist ästigem Stengel, weichhaarigen fiederteiligen Blättern und weißen Randblüten, tragen alle sonst den vorigen gleiche Früchte einen kronenförmigen Kelchsaum, desgleichen bei dem gemeinen Ch. Tanacetum Karsch (Tanacetum vulgare L., Rainfarn), das aber durch kleine, kaum vortretende gelbe Randblüten verschieden ist. — Die auf Waldwiesen der Gebirge häufige Arnica montana L. (Wohlverleih) ist leicht kenntlich an den länglich-verkehrt-eiförmigen, 5nervigen Grundblättern, meist zwei Paaren länglicher bis lanzettlicher Stengelblätter und einzeln oder zu drei endständigen großen, orangegelben Köpfen. Die verwandte Gattung Senecio L. (Kreuzkraut, Baldgreis) unterscheidet sich dadurch, daß der Hüllkelch aus einer Reihe großer Blätter gebildet und von einer zweiten Reihe kürzerer Blättchen (äußerer Hüllkelch) gestützt wird. Von den Waldbewohnern ist der auf Blößen, Schlägen rc. häufige S. silvaticus L. durch spinnwebig-weichhaarige, drüsenlose, tief fiederspaltige Blätter mit linealischen gezähnten Zipfeln, der an gleichen Orten wachsende S. viscosus L. durch lanzettliche, buchtig-gezähnte Blattzipfel und kleberig-drüsige Behaarung aller Organe ausgezeichnet, beide zusammen durch kleine gelbe, zurückgerollte Randblüten, während bei den folgenden Arten die gelben zungenförmigen Randblüten flach abstehen. Unter letzteren ist der aus Osteuropa als lästiges Unkraut eingewanderte S. vernalis L. der Sandfelder, Kiefernschonungen rc. durch wolligen Stengel, buchtig-fiederspaltige und krause, meist beiderseits zottige Blätter mit gezähnter Spindel, und 6—12blätterigen äußeren Hüllkelch mit schwarzen Spitzen ausgezeichnet. S. Jacobaea L. besitzt einen locker spinnwebig-wolligen Stengel, untere leierförmig-fiederteilige Blätter mit eiförmigem Endabschnitt, sonst fiederteilige Blätter mit 2—3zähnigen oder -spaltigen, weit abstehenden Zipfeln und ungezähnter Spindel, aufrecht verzweigte Blütenstände, und meist nur zweiblätterigen äußeren Hüllkelch. Der in Bergwäldern heimische, bis 1¼ m hohe S. nemorensis L. trägt untere rundlich-eiförmige und obere ei-lanzettliche Blätter, alle in den breit geflügelten Stiel verschmälert und mit etwas ohrartigem Grunde halbstengelumfassend, gesägt-gezähnt mit gerade vorragenden, verdickten und gewimperten Zahnspitzen.

Die Unterfamilie der Cynarocephaleae zeichnet sich durch den unter den Aesten gegliederten und meist knotig verdickten Griffel, ferner durch die bis zur Spitze der Griffeläste reichenden und daselbst verschmelzenden Narbenlinien aus. Die Blüten sind sämtlich röhrig bis röhrig-trichterförmig. In der hierher gehörenden Gattung Centaurea L. sind dazu die Randblüten der Köpfe meist größer und geschlechtslos und die Blättchen des Hüllkelches besitzen verschieden gestaltete meist trockenhäutige und braune oder schwarze Anhängsel oder Stacheln. Die Köpfchenaxe ist mit borstenförmigen Spreublättchen besetzt, und die Früchte besitzen eine seitliche Anheftungsstelle und meist haarförmigen Pappus. C. Jacea L. ist durch lanzettliche ungeteilte (oder die unteren entfernt buchtige bis fiederspaltige) Blätter, rundliches oder eiförmiges oder kammförmig-gefranstes Anhängsel der Hüllkelchblätter, hell purpurne Blüten, sowie durch Mangel des Pappus ausgezeichnet. Von ihr unterscheidet sich C. phrygia L. durch die zurückgekrümmten pfriemlichen, fiederig gefransten Anhängsel der äußeren Hüllkelchblätter, C. nigra L. durch aufrechte lanzettliche, fiederig gefranste Anhängsel mit borstigen Fransen. — Die zerstreut auftretende Serratula tinctoria L (Färberscharte) unterscheidet sich von voriger Gattung durch zweihäusige, dunkelpurpurne Blüten, besitzt außerdem eiförmig-längliche ungeteilte bis leierförmige oder (die obersten) fiederspaltige, scharf gesägte Blätter. — Lappa Tourn. (Klette) zeichnet sich durch die in eine lange, hakenförmig einwärts gekrümmte Spitze auslaufenden Hüllkelchblätter (wenigstens der äußeren) der kugeligen Köpfe, zwitterige, meist purpurrote Blüten, und durch große ungeteilte, unterseits mehr oder weniger graufilzige Blätter aus. L. tomentosa Lam. ist an den spinnweb-wolligen Hüllkelchblättern kenntlich, von denen die inneren gefärbten nur eine kurze gerade Stachelspitze besitzen, während bei den folgenden Arten alle Hüllkelchblätter hakig sind. L. officinalis All. (L. major Gärtn.) besitzt doldentraubig gruppierte Köpfchen mit gleichfarbig grünen, nur am Grunde sparsam wimperig-gezähnten Hüllkelchblättern, die länger als die Blüten sind. Die ähnliche L. nemorosa Körn. (L. macrosperma Wallr.) ist durch traubige, oben sehr gedrängte Gesamtblütenstände und fast kahle Hüllkelchblätter etwa von der Länge der Blüten, L. minor DC. von voriger durch ziemlich kleine, etwas spinnweb-wollige Köpfchen und kürzere Hüllkelchblätter verschieden. — Carduus Tourn. (Distel) ist durch den aus mehrreihigen, am Grunde zu einem Ringe verwachsenen und mit diesem zusammen abfallenden, gezähnelten Haaren gebildeten Pappus, stechend spitze Hüllkelchblätter, durch den bei unseren Arten von den herablaufenden Blättern stachelig-gezähnt-geflügelten Stengel und stachelig gezähnte Blätter charakterisiert. Die auf feuchtem Waldboden gemeine, bis 1½ m hohe krause D. (C. crispus L.) besitzt einen aufrechten

ästigen Stengel, buchtig-fiederspaltige, nebst den Stengelflügeln ziemlich kurz- und weichstachelige, unterseits dünn spinnweb-filzige Blätter und ziemlich kleine und meist gehäufte Köpfchen. — Cirsium Tourn. (Kratzdistel)[277]) unterscheidet sich von den Disteln nur durch die federförmigen Pappushaare. Unter den Arten mit herablaufenden Blättern und purpurroten Blüten ist C. lanceolatum Scop., in feuchten Laubwäldern häufig, durch tief fiederspaltige, oberseits dornig-kurzhaarige, unterseits dünn spinnweb-wollige Blätter und einzeln stehende Köpfchen, das in Waldsümpfen häufige C. palustre L. durch tief fiederspaltige, zerstreut (aber nicht dornig) behaarte Blätter und an der Spitze der Aeste traubenförmig geknäuelte Blütenköpfchen ausgezeichnet.

§ 203. Aus der zweiten Reihe der Liguliflorae (§ 201) ist hier nur die Unterfamilie der Cichorioideae zu erwähnen: meist Milchsaft führende Kräuter mit ungegliedertem Griffel und cylindrischen, stumpfen, behaarten, meist zurückgekrümmten Griffelästen, deren getrennte Narbenlinien nicht über die Mitte hinausgehen. Von den waldbewohnenden Gattungen ist Lampsana communis L. (Rainsalat) gemeines Unkraut mit unteren leierförmig fiederteiligen und oberen länglich-lanzettlichen, ausgeschweift gezähnten Blättern und lockere Rispen bildenden kleinen, blaßgelben Köpfchen mit auch zur Fruchtzeit unverändertem Hüllkelche und pappuslosen Früchten. — Lactuca L. (Lattich) ist durch die zusammengedrückten, plötzlich in einen Schnabel verschmälerten Achänen mit schneeweißem Pappus und durch dachziegeligen cylindrischen, bei der Fruchtreife meist bauchigen Hüllkelch der armblütigen Köpfchen ausgezeichnet. Die meist bläulich bereifte L. muralis Less. schattiger Laubwälder besitzt unterbrochen-fiederteilige, in einen geflügelten, gezähnten, am Grunde pfeilförmigen Stiel verschmälerte Blätter mit rundlichen, eckig gezähnten Abschnitten und 5blütige dottergelbe Köpfchen in lockerer Rispe — Prenanthes L. (Hasenlattich) unterscheidet sich von voriger Gattung durch schnabellose cylindrische Früchte, die in Bergwäldern häufige P. purpurea L. von der letztangeführten Art durch mit herzförmigem Grunde stengelumfassende länglich-lanzettliche und winkelig gebuchtete untere und lanzettliche ganzrandige obere Blätter, sowie durch purpurrote Köpfchen. — Bei Crepis L. (Pippau) besitzt der meist einreihige Hüllkelch der vielblütigen (gelben) Köpfchen noch einen kleineren äußeren Hüllkelch und der mehrreihige Pappus der cylindrischen, oberwärts verschmälerten oder geschnäbelten Früchte besteht bei den meisten Arten aus schneeweißen, nicht zerbrechlichen Haaren. Die in sumpfigen Wäldern wachsende C. paludosa Mönch. macht aber durch gelblichweißen, zerbrechlichen Pappus den Uebergang zur folgenden Gattung. Ihr bis 1¼ m hoher, meist einfacher Stengel trägt untere länglich-verkehrt-eiförmige und fast buchtig gezähnte und obere länglich- bis eilanzettliche Blätter; die Blütenköpfe bilden lockere Doldenrispen, die 10rippigen Früchte sind gelbbräunlich. — Hieracium Tourn. (Habichtskraut) unterscheidet sich von Crepis durch dachziegeligen Hüllkelch und oben gestutzte Früchte mit stets schmutzig weißen, steifen, zerbrechlichen Pappushaaren. Aus der systematisch äußerst schwierigen, weil sehr formen- und bastardreichen und nur unter Berücksichtigung der Gesamtentwickelung sicher zu gliedernden Gattung können hier nur die allerhäufigsten Arten ohne Rücksicht auf Varietäten hervorgehoben werden[278]). Aus der Untergattung Pilosella Koch, mit Ausläufern und sehr kleinen, am oberen Rande kerbig-gezähnten Früchten und gleichlangen Pappushaaren: H. Pilosella L., eine auf Sandboden gemeine Art mit verkehrt-eilanzettlichen, unterseits dicht grau-sternfilzigen und außerdem beiderseits mit längeren, schlängeligen Borsten besetzten Blättern und blattlosen einköpfigen Schäften. Aus der Untergattung Archhieracia Fr., mit größeren und am oberen Rande etwas verdickten aber nicht gezähnten Früchten und ungleich langen Pappushaaren ist als Artengruppe zunächst hervorzuheben: Pulmonarea Koch, in welcher die Vermehrung aus der Axe durch Blattrosetten geschieht; die grundständigen Blätter sind noch zur Blütezeit vorhanden und der Hüllkelch ist unregelmäßig dachziegelig. Hierher gehören die hochstengeligen H. murorum L. (mit zahlreichen eiherzförmigen Grundblättern und nur 1—2 kleinen Stengelblättern) und H. vulgatum Fr. (mit gleichmäßig beblättertem Stengel und lanzettlichen oder länglichen Blättern). Eine zweite Artengruppe der Accipitrina Fr. umfaßt Arten, deren Vermehrung aus der Axe durch geschlossene Knospen stattfindet und deren im übrigen reichblätterige Stengel zur Blütezeit die Grundblätter nicht mehr besitzen. Hierher gehören H. silvestre Tausch (mit oberen eilanzettlichen Blättern und angedrückten Hüllkelchblättern) und H. umbellatum L. (mit fast doldigen Aesten, lanzettlichen bis linealischen Blättern und an der Spitze zurückgekrümmten Hüllkelchblättern).

277) Nägeli, Die Cirsien d. Schweiz; Neue Denkschrift. d. schweiz. Ges. f. Naturw. V.

278) Ausführliches in: Fries, Symbolae ad historiam Hieraciorum; Nova Acta Upsal. XIII. Fries, Epicrisis generis Hieraciorum; Upsala Univers. Arsskrift 1862. Fries, Symbolae ad synonymiam Hieraciorum; Upsala 1866. Grisebach, Commentatio de distributione Hieracii generis per Europam geographica: 1. Revisio specierum Hieracii; Göttingen 1852. Christener, Die Hieracien d. Schweiz; 4° mit 2 Taf., Bern 1863. Almquist, Studier öfver släget Hieracium; Stockholm 1881. Nägeli u. Peter, Die Hieracien Mitteleuropas, monograph. Bearbeit. d. Piloselloiden; München 1885. Desgl. Bd. II. 1: monograph. Bearbeit. d. Archhieracien, München 1886.

VI.

Waldbau.

Von

Tuisko Lorey.

Litteratur: a) Das ganze Gebiet behandelnde Werke: Hartig, G. L., Anweisung zur Holzzucht für Förster, 1. Aufl. 1791, 4. Aufl. 1817. — Cotta, H., Anweisung zum Waldbau, 1. Aufl. 1816, 9. Aufl. (ed. H. v. Cotta) 1865. — Pfeil, Die deutsche Holzzucht, 1860. — Gwinner, H. W., Der Waldbau, 1. Aufl. 1834, 4. Aufl. (ed. Dengler) 1858. — Stumpf, C., Anleitung zum Waldbau, 1. Aufl. 1850, 3. Aufl. 1868. — Heyer, C., Der Waldbau, 1. Aufl. 1854, 3. Aufl. (ed. G. Heyer) 1878. — Burckhardt, H., Säen und Pflanzen. 1. Aufl. 1855, 5. Aufl. (ed. A. Burckhardt) 1880. — Gayer, K., Der Waldbau, 1. Aufl. 1878 u 1880, 2. Aufl. 1882. — Perona, Selvicoltura, 1880. — Fischbach, Praktische Forstwirthschaft 1880. — Wagener, G., Der Waldbau und seine Fortbildung, 1884. — Ney, C., Die Lehre vom Waldbau, 1885. — Borggreve, B., Die Holzzucht, 1885. — b) Spezialschriften, u. a.: Heyer, G., Verhalten der Waldbäume gegen Licht u. Schatten, 1852. — Heß, R., Eigenschaften u. Verhalten der Holzarten, 1888. — Beil, A., Forstwirthschaftl. Culturwerkzeuge, 1846. — Jäger, J. P. E. L., Das Forstkulturwesen, 1. Aufl. 1850, 2. Aufl. 1865. — v. Buttlar, R., Forstkultur-Verfahren, 1853. — v. Manteuffel, H. E., Hügelpflanzung der Laub- und Nadelhölzer, 1. Aufl. 1855, 3. Aufl. 1865. — v. Alemann, F. A., Ueber Forstkulturwesen, 1. Aufl. 1851, 3. Aufl. 1884. — Urff, über Forstkulturen, 1885. — Fürst, H., Die Pflanzenzucht im Walde, 1882. — Homburg, Die Nutzholzwirthschaft im geregelten Hochwald-Ueberhaltbetrieb, 1878. — Brünings, Der Anbau der Hochmoore, 1881. — Fürst, H., Plänterwald oder schlagweiser Hochwald, 1885. — Gayer, C., Der gemischte Wald, 1886. — Kraft, G., Lehre von den Durchforstungen ꝛc. 1884. — Krahe, rationelle Korbweidenkultur, 4. Aufl. 1885. — Brecher, Aus dem Auen-Mittelwalde 1886 u. s. w.

Einleitung: Begriff, Zwecke und Ziele, Hilfsfächer, Einteilung.

§ 1. **Begriff, Zwecke und Ziele.** Der Waldbau oder die Bestandeszucht befaßt sich mit der Begründung und Erziehung der Bestände. Alle waldbaulichen Operationen bezwecken die Schaffung möglichst wertvoller Holzbestände. Der Wert und damit das Ziel der Wirtschaft kann dabei in verschiedener Weise bestimmt werden, nämlich entweder als absolut höchstmöglicher Ernteertrag auf gegebener Waldbodenfläche oder als relativ, d. h. im Vergleich zu dem Aufwand höchst mögliche Produktionsleistung. Welcher Gesichtspunkt maßgebend sein soll, hängt in erster Linie von dem Willen des Waldbesitzers ab. Im allgemeinen ist die höchste Rentabilität das Ziel jeder rationellen Wirtschaft; jene zu bemessen, ist Sache der forstlichen Statik. Bemerkt sei hier nur noch, daß, da die Entscheidung vom Preise der Produkte abhängt, unter allen Umständen nur marktfähige Ware geliefert werden darf.

Von anderen als wirtschaftlichen Werten wird hier abgesehen, weil die Fälle, in welchen solche, wie z. B. Gewährung ästhetischer Genüsse (Parkanlagen ꝛc.) erstrebt werden, von denen waldbauliche Maßnahmen abhängen, doch nur als Ausnahmen zu betrachten sind. Von besonderen waldbaulichen Vorkehrungen aus Rücksichten des Schutzes (Klima, Boden ꝛc.) wird gelegentlich

die Rede sein. — Die Definierung des Waldbaues als „Forstproduktenzucht“ (C. Heyer) oder „Holzzucht“ (G. L. Hartig, Pfeil, Borggreve) ist hier ersetzt durch „Bestandeszucht“. Einerseits schien es nicht angezeigt, die Aufgabe des Waldbaues auf die Anzucht sämtlicher Nebennutzungen, insbesondere derjenigen auszudehnen, welche, wie Wild, Torf, Wiesengras, landwirtschaftliche Gewächse u. s. w., nicht Teile des Bestandes sind, während andererseits die Beschränkung auf das Holz eine zu enge Umgrenzung darstellt, da solche Nebennutzungen, welche, wie Lohrinde, Futterlaub, Mast, event. Gras auf Mähplatten u. s. w. an die betreffenden Bestände gebunden sind, dann im Waldbau eine Stelle finden sollten, wenn sie irgendwelche besondere, die Bestandesbegründung oder -erziehung beeinflussende wirtschaftliche Vorkehrungen veranlassen.

In der Waldbaulehre sind alle Operationen vorzutragen, welche, je nach Lage der konkreten Umstände, zum Ziel führen können; dabei sind die allgemeinen Gründe, welche für oder gegen die einzelnen Möglichkeiten sprechen, zu entwickeln. Der waldbaulichen Praxis bleibt es dann überlassen, unter den jeweils gegebenen besonderen Verhältnissen aus der Reihe der zur Erreichung des erstrebten Zieles möglichen Wege denjenigen auszuwählen, welcher in bezug auf die Faktoren: Raschheit und Sicherheit des Erfolges und Kostenaufwand die günstigste Kombination darbietet. Die Modifikationen der dem Waldbau gestellten Aufgaben und der zu ihrer Lösung verfügbaren Mittel sind äußerst mannichfaltig. Dieser Vielgestaltigkeit der Fälle gegenüber gibt es keine unbedingt besten waldbaulichen Maßregeln, sondern jede der letzteren kann unter bestimmt umgrenzten Voraussetzungen ihre Berechtigung haben. Was am einen Orte bewährt ist, kann unter veränderten Bedingungen an einem andern Orte weniger gut, ja schlecht sein und darum durch eine abweichende Behandlung ersetzt werden müssen. Die fast unbeschränkte Vielheit der Verschiebungen, welche sich in dem Zusammenwirken der bei der Beurteilung hauptsächlich entscheidenden Elemente, wie Standort, Holzart, Absatzverhältnisse u. s. w. ergeben, schließt die einseitige Bevorzugung einer bestimmten Richtung von vornherein aus. Man kann die Zahl der als wirtschaftlich berechtigt anzuerkennenden Möglichkeiten verkleinern, aber man darf dieselben niemals auf ein so geringes Maß zusammendrängen, daß in dem derart verengerten Rahmen nicht mehr alle im Walde wirklich vorkommenden Fälle Platz finden.

Verbietet nun auch jene Mannichfaltigkeit der Umstände die strikte Anwendung jeder Schablone im Waldbau, so müssen doch, wie schon oben angedeutet wurde, gewisse, allgemein leitende Ziele für die forstliche Produktion aufgestellt werden. Ausgangspunkt für alle Erwägung ist hierbei zunächst der Standort; durch diesen ist — wenn man von absolut besten Böden und Lagen absieht, welche stets nur die kleine Minderheit der Fälle bilden, — immer nur eine beschränkte Reihe von waldbaulichen Möglichkeiten bedingt, unter welchen man zu wählen hat; die Entscheidung wird durch die im übrigen zu beachtenden Momente (Wert der Produkte, Absatzgelegenheit, Gewährung gewisser Nebennutzungen, Arbeitsgelegenheit u. s. w.) begründet. So kommt z. B. für viele Standorte als waldbaulich möglich, bezw. mit gleicher Aussicht auf Erfolg ausführbar, die Anzucht der Buche mit eingesprengten Eichen, Eschen, Ahornen und anderseits etwa der Fichte oder Tanne, beides unter mehrfacher Modifikation bezüglich des Verfahrens im einzelnen (Art der Bestandsbegründung, des Durchforstungsbetriebs u. s. w.) in Frage. Die Entscheidung liegt dann außerhalb des Waldbaues. Der letztere zeigt, zunächst unabhängig von anderen Rücksichten, wie man auf einer Waldbodenfläche, eventuell in verschiedener Weise, Bestände schaffen kann. Auf Grund statischer Untersuchungen, welche a l l e konkurrierenden Momente, insbesondere auch die volkswirtschaftlich zu berücksichtigenden, bei der Begutachtung einbeziehen müssen, erhalten dann die waldbaulichen Operationen jeweils ein örtlich und zeitlich modifiziertes Gepräge. Je nachdem der spezielle Wirtschaftszweck ein verschiedener ist, erstehen in der Folge, durch die Kunst des Wirtschafters, auch unter gleichen äußeren Bedingungen ganz verschiedene Bestandesbilder.

Daß alles, was erreicht werden soll, mit möglichst geringem Aufwand erreicht werde, ist oberster Wirtschaftsgrundsatz. Daraus folgt, daß nicht nur die direkten Ausgaben, na-

türlich ohne Schädigung eines genügenden Erfolges, auf ein geringstes Maß beschränkt werden müssen, sondern namentlich auch daß an Zeit möglichst zu sparen ist. So ist jede Abkürzung der Umtriebszeit im allgemeinen ein Gewinn in dem Sinne, daß alle wirtschaftlichen Maßnahmen, welche uns ohne unverhältnismäßige Kostenmehrung gestatten, die erforderliche Menge an Produkten einer bestimmten Beschaffenheit (z. B. Nutzholzstämme einer gewissen Stärke) in kürzester Zeit zu erziehen, vor anderen den Vorzug verdienen, zumal dadurch auch die für das Einzeljahr des Umtriebs verfügbare Fläche entsprechend größer ausfällt.

Das Bestreben, den Produktionsaufwand im ganzen und im einzelnen thunlichst zu reduzieren, schließt überdies auch die Forderung sorgfältigster Schonung des Bodenkapitals ein, bezw. der Erhaltung und womöglich Mehrung derjenigen Eigenschaften des Bodens, von welchen dessen Leistungsfähigkeit abhängt. In dieser Erwägung bietet sich für die Beurteilung der einzelnen wirtschaftlichen Operationen, sowie ganzer Betriebsarten ein bisher nicht berührter, überaus wichtiger Maßstab dar: die Nachhaltigkeit der Waldwirtschaft ist wesentlich davon abhängig, daß der einzelne Bestand keinenfalls mehr als die Zinsen des Bodenkapitals, nicht aber Teile des letzteren selbst für sich beansprucht; ja man sieht sich sehr häufig vor die Aufgabe gestellt, vor allem eine Besserung des Bodenproduktionsvermögens durch richtig gewählte und durchgeführte waldbauliche Operationen zu bewirken. Immerhin ist die Bodenpflege stets nur Mittel zum Zweck, und Aufwendungen in dieser Richtung sind nur so lange zu rechtfertigen, als sie sich in dem höheren Wert der demnächst und in der Zukunft erwachsenden Bestände belohnt machen.

§ 2. Hilfsfächer, Einteilung: Diejenigen Disziplinen, deren Kenntnis der Waldbau voraussetzen muß, die also füglich als Hilfsfächer desselben bezeichnet werden können, sind Standortslehre, bezw. Bodenkunde und Klimatologie, sowie die Forstbotanik.

Das Gesamtgebiet des Waldbaues läßt sich folgendermaßen einteilen:

I. Das Bestandesmaterial; II. die Bestandesbegründung; III. die Bestandeserziehung; IV. die forstwirtschaftlichen Betriebsarten.

Erster Abschnitt.

Das Bestandesmaterial.

§ 3. In diesem Abschnitte ist im wesentlichen die, eine Vorfrage jeder waldbaulichen Arbeit bildende Wahl der geeignetsten Holzart vorzunehmen, bezw. zu begründen.

Die waldbaulich wichtigsten Holzarten sind:

a) Laubhölzer: Rotbuche, Fagus silvatica, — Stieleiche, Quercus pedunculata, — Traubeneiche, Quercus sessiliflora, — Hainbuche, (Weißbuche, Hagebuche, Hornbaum), Carpinus betulus, — Rüster oder Ulme, Ulmus (effusa, campestris und montana), — Esche, Fraxinus excelsior, — Ahorn, Acer (pseudoplatanus, platanoides), — zahme Kastanie, Castanea vesca, — Erle, Alnus (glutinosa und incana), — Birke, Betula (alba, pubescens), — Sorbus-, Prunus- und Pirus-Arten, z. B. die Vogelbeere, S. aucuparia; Elsbeere, S. torminalis; Traubenkirsche, Prunus padus u. a., — Linde, Tilia (parvifolia und grandifolia), — Pappeln, Populus (tremula, nigra, alba), — Weide, Salix (caprea, fragilis, viminalis, daphnoides, purpurea); b) Nadelhölzer: Fichte (Rottanne), Abies excelsa, — Weißtanne (Edeltanne), Abies pectinata, — gemeine Kiefer (Föhre, Forle, Forche), Pinus silvestris, — Schwarzkiefer, Pin. nigricans = laricio = corsicana = austriaca, — Legföhre, Pinus pumilio, — Zürbelkiefer, Pinus cembra, — Weymuthskiefer, Pinus strobus, — Lärche, Larix europaea. — Vergl. die Nomenklatur in V. Forstbotanik bes. S. 407 ff.

Zu diesen, in Deutschland überall teils heimischen, teils eingebürgerten Holzarten sind da und dort hinzugetreten, bezw. gesellen sich neuerdings in erweitertem Umfang,

namentlich infolge planmäßig eingeleiteter Versuche des Vereins deutscher forstlicher Versuchsanstalten eine Reihe von Exoten, wie z. B. Quercus rubra, Juglans- und Carya-Arten, fremde Acer-Arten, sowie von Nadelhölzern u. a. Pinus rigida, Abies Douglasii u. s. w.

Waldbauliche Bedeutung der einzelnen Holzarten:

Bei deren Beurteilung kommen in Betracht: die Standortsansprüche, die Entwickelung des einzelnen Baumes, das Verhalten der Holzart im Bestand, sowie deren wirtschaftliche Bedeutung.

I. Standortsansprüche.

§ 4. Als Wirkung des Standortes wird die Gesamtheit der durch Boden und Lage bedingten örtlichen Einflüsse bezeichnet, unter welchen eine Holzart lebt. Die Beziehungen im einzelnen, welche zwischen Standort und Holzart bestehen, sind im wesentlichen in der Standortslehre (Abschnitt IV des Handbuchs, Bd. I, 1. Abteilung, S. 213 ff.), sowie zum Teil in der Forstbotanik (Abschnitt V des Handbuchs, Bd. I, 1. Abteilung, S. 321 ff.) erörtert. Es handelt sich dabei hinsichtlich des Bodens um dessen chemische Zusammensetzung und dessen physikalische Eigenschaften, hinsichtlich der Lage um die Abdachung, Exposition, Meereshöhe, geographische Lage, Oberflächengestaltung und Umgebung.

Vom Standpunkte des Waldbaues aus möchte in Ergänzung der voraufgehenden beiden Abschnitte IV und V des Handbuchs auf folgendes noch besonders hingewiesen werden.

A. Boden, insbesondere physikalische Eigenschaften desselben.

§ 5. Als solche gelten Feuchtigkeit, Gründigkeit und Bindigkeit.

Fast alle unsere Holzarten zeigen da das beste Gedeihen, wo keine jener Eigenschaften in einem ihrer Extreme vorhanden ist; weder Nässe, noch Trockenheit, weder Festigkeit, noch Lockerheit kann, sobald ein bestimmtes Maß überschritten wird, als zuträglich bezeichnet werden. Hinsichtlich der Gründigkeit ist allerdings im allgemeinen nur das eine Extrem, die Flachgründigkeit als einer freudigen Entwickelung hinderlich zu betrachten, während Tiefgründigkeit nur in seltenen Fällen einmal nachteilig werden kann, dann nämlich, wenn sie, — sei es, weil die atmosphärischen Niederschläge zu rasch in den Boden einsinken, sei es, weil ein Heraufdringen des Grundwassers aus der Tiefe bis zum Wurzelraum nicht mehr erfolgen kann, — Trockenheit zur Folge hat. Eine gewisse mittlere Beschaffenheit des Bodens ist also im großen und ganzen die zuträglichste und bietet, da sie fast alle Holzarten, — wenn auch längst nicht alle oder auch nur eine Mehrheit derselben bei der nämlichen Bodenbeschaffenheit gleich gute Entwickelung zeigen, — doch wenigstens zuläßt, in waldbaulicher Beziehung dem Wirtschafter den weitesten Spielraum. In solchem Falle wird die Auswahl einer bestimmten Holzart wesentlich durch deren Verhalten im Bestand, sowie ihre wirtschaftliche Bedeutung bedingt, während überall, wo irgend welche Extreme der Bodenbeschaffenheit vorliegen, diese bei der Entscheidung über die anzubauende Holzart in erster Linie maßgebend werden; die Zahl der Möglichkeiten ist dann meist eine sehr beschränkte.

Es ist bekannt, daß und inwieweit der Humus geeignet ist, die physikalischen Eigenschaften des Bodens zu modifizieren, indem er zwischen den Extremen vermittelt, insbesondere einem lockeren Boden mehr Bindigkeit, einem festen größere Lockerheit gewährt, durch bedeutende Wasseraufnahme und wasserhaltende Kraft die Feuchtigkeit reguliert, als schlechter Wärmeleiter ausgleichend wirkt und durch Kohlensäure-Entwickelung den mineralischen Boden aufschließt. Als absolute Bedingung für die Waldvegetation kann er, sofern im übrigen der Boden die nötigen mineralischen Nährstoffe, sowie die erforderlichen physikalischen Eigenschaften besitzt, nicht angesehen werden. Immerhin leuchtet ein, daß die waldbauliche Thätigkeit auf ununterbrochene, reichliche Humusbildung abheben muß.

Im einzelnen sind die Ansprüche der Holzarten an den Boden außerordentlich ver-

schieden. Erwägt man überdies, daß auch für das Gedeihen einer bestimmten Holzart nicht ein durchweg gleichbleibendes Maß der verschiedenen Bodeneigenschaften gefordert wird, sondern, namentlich durch verschiedene Lage bedingte Schwankungen zulässig sind, so erhellt, daß eine Charakteristik der Holzarten nach ihren Bodenansprüchen nur ganz im allgemeinen und in großem Zuge möglich ist, auch mehr nur in der Art, daß die Grenze angedeutet wird, unter welche bezüglich der einzelnen Bodeneigenschaft nicht herunter- bezw. über welche nicht hinaufgegangen werden darf, als daß man etwa innerhalb dieser Grenzen ein bestimmtes Maß als jeweilig absolut bestes bezeichnen könnte. Dies ist schon durch die große Zahl zusammenwirkender Faktoren ausgeschlossen. Gleiches gilt demnächst von den verschiedenen Richtungen, in welchen die Lage wirksam wird, sofern hier wiederum die Bodenbeschaffenheit modifizierend wirkt. Zu beachten ist, daß aus dem thatsächlichen Vorkommen einer Holzart nicht ohne weiteres auf deren Wohlbefinden Schlüsse gezogen werden können. Vom waldbaulichen Standpunkte aus entscheidet überhaupt deren Verhalten im Bestand viel mehr als die Entwickelung des Einzelbaumes. Die besten Standorte werden natürlich von den begehrlichsten Holzarten in Beschlag genommen, so daß sich weniger anspruchsvolle vielfach mit geringeren Böden und schlechteren Lagen begnügen müssen, obwohl auch sie sehr gern an dem Genuß der besseren Standorte teilnehmen würden (z. B. die gem. Kiefer).

§ 6. 1) Feuchtigkeit: Ausgehend von der überaus wichtigen Rolle, welche dem Wasser in der Pflanzen-Ernährung zukommt, und von der daraus folgenden und durch die Thatsachen allseits bestärkten Ueberzeugung, daß jede Holzart ceteris paribus auf frischem Boden besser gedeiht, als auf trockenem, muß man sorgsame Bodenpflege im Sinne der Wassererhaltung als eine unabweisbare Forderung hinstellen.

Für trockenen Boden taugen noch die gemeine Kiefer und die Birke, die falsche Akazie und eventuell einzelne Pappeln und Weiden; einen mindestens feuchten, wenn nicht nassen Boden verlangt die Schwarzerle; auf einem solchen gedeihen viele Weiden, auch wohl noch Ruchbirke, Vogelbeere, Krummholzkiefer; doch bedingt stagnierende Nässe fast immer eine mehr oder minder zweifelhafte Entwickelung, während, so lange das Wasser in Bewegung oder nur vorübergehend vorfindlich ist, auch ein Ueberschuß daran vielfach kein Hindernis guten Wachstums wird, wie die Weiden an Bach- und Flußufern und die üppige Entwickelung der Eichen, Eschen, Ulmen in zeitweise überschwemmten Auwaldungen beweisen. Weitaus die meisten unserer Holzarten meiden die Extreme und befinden sich nur auf frischen, höchstens feuchten Böden wohl, mit der Abstufung, daß man einen nur frischen Boden für die in der Uebersicht zu Eingang dieses Abschnittes genannten Nadelhölzer, sowie für Eiche, Buche, Ahorn, Linde, einen feuchten dagegen für Esche, Hainbuche, Ulme, Pappeln und Weiden vorziehen wird. Ziemlich unempfindlich gegen einen verhältnismäßig hohen Grad von Nässe und Trockenheit scheint Pinus rigida zu sein, während viele der übrigen Ausländer, mit welchen Anbauversuche gemacht werden, mehr einen nur frischen Boden zu lieben scheinen.

2) Gründigkeit: Flachgründige Böden sind oft, insbesondere an Hängen, zugleich trocken, seltener, bei undurchlassendem Untergrund, in ebener Lage, zu naß und in beiden Fällen meist von geringer Ertragsfähigkeit. Hiervon abgesehen aber müssen sie dem Gedeihen aller Holzarten hinderlich sein, welche ein tiefgehendes Wurzelsystem haben, namentlich dann, wenn letzteres durch eine stark ausgebildete Pfahlwurzel charakterisiert ist, welche sich, auf einem festen, unzerklüfteten Untergrund aufsitzend, nicht normal entwickeln kann. Aus diesem Grunde taugen z. B. die Eiche, Esche, Ulme, Linde und Tanne nicht auf einen flachgründigen Boden, während sich die Fichte mit ihren flachstreichenden Wurzeln daselbst noch gut zurechtfindet. Auch Buche, Birke u. a. sind von einem nicht gründigen Boden keineswegs ganz ausgeschlossen. Immerhin sind auch für Holzarten, welche

ihre Wurzeln in der Regel nicht weit in die Tiefe senken, tiefgründige Böden wegen deren meist mehr mittleren Feuchtigkeitszustandes entschieden vorzuziehen. Ungenügendes Maß der Gründigkeit macht sich fast immer durch geringes Höhenwachstum bemerklich.

3) Bindigkeit: Von dem Grade derselben ist die Entwickelung der Holzbestände insofern beeinflußt, als mit ihr die Ausbildung der feinen Saugwurzeln, die Standfestigkeit der Bäume und der Feuchtigkeitsgehalt des Bodens in Beziehung stehen. Die Extreme (einerseits strenger Thonboden, bald zu naß und kalt, bald zu hart und rissig, wenn trocken, andererseits Flugsand) sind in jedem Falle nachteilig. Zu den Holzarten, für deren beste Leistung auch ein lockerer Boden gefordert werden muß, gehören z. B. Ulme, Esche, zahme Kastanie, Erle, falsche Akazie, von den Nadelhölzern gemeine Kiefer und Weymuthskiefer; die meisten andern zeigen auf einem Boden von mittlerem Bindigkeitsgrad voll befriedigendes Gedeihen.

B. Die Lage und die durch dieselbe gegebenen klimatischen Bedingungen.

§ 7. Kann im großen und ganzen behauptet werden, daß die meisten deutschen Waldbäume hinsichtlich der Bodenbeschaffenheit innerhalb ziemlich weiter Grenzen ein genügendes Wirtschaftsergebnis gewährleisten, so werden die Verhältnisse in bezug auf die Lage vielfach kritischer, zum Teil allerdings dadurch, daß durch letztere, wie schon angedeutet wurde, die Bodeneigenschaften mittelbar oder unmittelbar beeinflußt werden, zum großen Teil aber auch dadurch, daß gewisse, die einzelnen Holzarten in ihrer Entwickelung behindernde oder geradezu bedrohende klimatische Einwirkungen, wie Frost, Hitze, Schneedruck, Reif, Sturmwind u. s. w. an die Bedingungen der Lage geknüpft sind. So kommt es, daß viele Holzarten, weil an bestimmte Lagen gebunden, im Waldbau eine weit weniger ausgedehnte Verwendung finden können, als sie ihnen, wenn nur die Bodenansprüche maßgebend wären, wegen ihres wirtschaftlichen Wertes gern eingeräumt würde.

Die schädigenden klimatischen Einflüsse werden im Forstschutz (Abschnitt VII des Handbuchs, I. Band, 2. Abteilung) besprochen. Hier nur einige kurze ergänzende Bemerkungen:

1. Exposition, d. h. Neigung eines Bodens gegen die Himmelsgegend. In mittleren Höhenlagen macht sich der Unterschied der einzelnen Expositionen besonders hinsichtlich des Feuchtigkeitsgrades bemerklich, der, zumeist infolge der direkten, intensiveren Erwärmung durch die Sonne, in Süd- und Südwestlagen im allgemeinen ein geringerer ist, als auf Nord- und Nordostseiten; die Böden in ersteren sind trockener, die Holzpflanzen werden überdies zu energischerer Blattverdunstung gereizt, so daß diejenigen, welche in den genannten Beziehungen anspruchsvoll sind, von den Süd- und Südwesthängen fern bleiben.

Als Beispiel zu sehr geeigneten bezüglichen Demonstrationen möge u. a. die Weißtanne des württembergischen Schwarzwaldes, insbes. des Forsts Neuenbürg dienen, welche die nördlichen und östlichen Lagen einnimmt, während das Umsetzen der Exposition nach Süd und West durch das Auftreten der Kiefer charakterisiert ist [1]).

Die Bestandesverjüngung, sowohl Wahl der Methode als auch Ausführung im einzelnen, wird durch die angedeuteten Wirkungen der Exposition oft wesentlich beeinflußt; dazu kommt die Beziehung der Exposition zu Windgefahr, Schneedruck und Frost. In höheren Gebirgslagen muß bezüglich des Gedeihens der Holzarten, von einer gewissen Grenze an, der meist größeren Wärme der Süd- und Westseiten das entscheidende Wort zugestanden werden.

2. Abdachung, d. h. Neigung des Bodens gegen die Horizontale. Im allgemeinen bilden, sofern ein gewisses, allerdings je nach den sonstigen Umständen (Exposition,

---

1) cfr. die bezüglichen Mitteilungen des Forstmeisters Graf von Uxküll in der Monatschrift für Forst- und Jagdwesen, Januar 1877.

physikalische Bodeneigenschaften u. s. w.) wechselndes Maß der Steilheit nicht überschritten wird, auch bedeutendere Neigungen kein Hindernis der Holzkultur, wenn auch Bestandesbegründung und -erziehung auf steileren Lagen oft mit erhöhten Schwierigkeiten zu kämpfen haben. Stärker geneigte Hänge sind vielfach trockener, flachgründig, Bodenrutschungen ausgesetzt und bedingen dadurch häufig besondere Vorkehrungen. Andererseits treten Versumpfungen mehr in ebenen Lagen auf. Die Grenzen der landwirtschaftlichen Bodenbenutzung und der Waldwirtschaft sind an vielen Stellen hauptsächlich durch den Abdachungsgrad gezogen.

3. Meereshöhe und geographische Lage: Temperatur, Feuchtigkeit der Luft, atmosphärische Niederschläge (Schnee, Duft ꝛc.), Frost und Stürme sind die Faktoren, welche hier hauptsächlich bestimmend werden.

4. Oberflächengestaltung: Dabei kommt in Betracht die Bodenausformung im großen, sowie die verschiedenartige Gestaltung der Bodenoberfläche im einzelnen. In ersterer Beziehung ist besonders die Gebirgsbildung von Bedeutung: Massengebirge im Gegensatz zu Kettengebirgen mit zahlreichen Einzelzügen, Anordnung der Thäler, Wechsel der Expositionen, isolierte Bergkuppen, Hochplateaus u. s. w. sind zu beachten. Innerhalb dieser, den Gesamtcharakter ausdrückenden Unterschiede, welche die waldbaulichen Maßregeln oft ganz direkt beeinflussen (event. z. B. bei der Wahl der Holzart) treten dann bei der Entscheidung in vielen Detailfragen die teilweise sehr greifbaren Verschiedenheiten im einzelnen in Kraft, wie insbesondere das Vorkommen von Mulden, welche meist infolge größerer Feuchtigkeit und Tiefgründigkeit wesentlich besseren Holzwuchs erzeugen, aber als Tieflagen auch zu Fröften Anlaß geben können, ferner von Steilhängen, flachen Rücken u. s. w. Die meisten dieser großen und kleinen Unterschiede in der Oberflächengestaltung werden auch insofern bemerkbar, als von ihnen der größere oder geringere Schutz eines Waldortes durch seine Umgebung abhängt. Es ist klar, wie der Verlauf der Höhenzüge, wie einzelne Berge die Wirkung der Winde auf hinterliegendes Gelände modifizieren, wie die Sturmgefahr durch die Richtung der Thäler und Höhen beeinflußt wird, wie größere Wasserflächen bei dem Auftreten von Fröften, Duft- und Eisbruch mitwirken können. Zu allen solchen Umständen, die sich teils aus größerer Entfernung, teils aus der Nähe fühlbar machen, tritt dann der Einfluß des unmittelbar benachbarten Geländes mit seiner Bestockung (vorliegende höhere Holzbestände oder Kahlfläche — junge Kultur, Wiese, Feld — in ihren Beziehungen zu Winden, Randverdämmung u. s. w.).

II. Die Entwickelung des einzelnen Baumes.

§ 8. Da es sich hier nicht um eine botanische Charakteristik, sondern um die bei waldbaulichen Maßnahmen zu beachtenden, bezw. zu verwertenden Eigenheiten in der Entwickelung der einzelnen Holzarten handelt, so sind dieselben, unter Voraussetzung normaler Verhältnisse, insbesondere also eines geeigneten Standortes, hauptsächlich nur im Hinblick auf folgende Fragen zu untersuchen:

1) Wie vollzieht sich die Keimung? Bleiben die Kotyledonen unter der Erde oder werden sie mit heraufgenommen? — 2) Wie sieht das Wurzelsystem aus? — 3) Ist die Holzart in der Jugend rasch oder langsam wüchsig? welchen Verlauf nimmt überhaupt ihre Höhenentwickelung absolut und im Vergleich zu derjenigen anderer Holzarten? — 4) Wie verhält sich die Holzart gegen Beschädigungen aller Art? ist dieselbe insbesondere in ihrer Jugend gegen Frost und Hitze empfindlich? ist sie dem Schneedruck und der Sturmgefahr besonders ausgesetzt? — 5) Wann beginnt sie regelmäßig zu fruktifizieren? in welchem Umfange darf auf Wiederkehr waldbaulich verwendbarer Masten gerechnet werden?

Auf die meisten der vorstehenden Fragen geben die Abschnitte V Forstbotanik und VII Forstschutz des Handbuches Antwort, so daß man sich hier auf eine Gruppierung der

Hauptholzarten nach vorgenannten Gesichtspunkten, sowie allenfalls auf einige ergänzende Bemerkungen beschränken kann:

1) Keimung: Die Kotyledonen bleiben unter der Erde bei der Eiche und zahmen Kastanie, während die übrigen Laubhölzer, sowie die Nadelhölzer dieselben über die Erde mit heraufnehmen. Dies bedeutet die Verrichtung einer bei Durchdringung der über dem Samen lagernden Bodenschicht zu leistenden mechanischen Arbeit, welche um so größer ist, je bedeutender die Flächenausbreitung der Kotyledonen und die Höhe der Erdbedeckung ist. Letztere kann bei Eiche und Kastanie entsprechend stärker sein. Vergl. 2. Abschnitt, III. Kapitel, 2. Teil IV, E.

2) Wurzelsystem: Holzarten mit weitverzweigtem Wurzelsystem beanspruchen damit einen größeren Nahrungsraum, sind aber u. U. auch auf ärmerem, trockenerem Boden noch zuwachskräftig (Akkommodationsfähigkeit von Weidenarten); durch Bäume mit flachstreichenden Wurzeln wird nur die obere Bodenschicht, von solchen mit tiefgehenden Wurzeln werden entsprechend tiefer liegende Schichten behufs Nahrungsaufnahme in Anspruch genommen; erstere können auf flachgründigem Boden noch gedeihen, wo letztere versagen. Holzarten mit tiefgehender Pfahlwurzel, dann besonders auch solche mit mehreren starken, tiefeindringenden Wurzelsträngen sind standfester als solche mit flachstreichenden Wurzeln. Durch diese Andeutungen sind einige Hauptmomente hinsichtlich des Einflusses der Bewurzelung charakterisiert.

Als Holzarten mit tiefgehenden Wurzeln sind zu nennen: Eiche (Qu. pedunculata und sessiliflora), Ulme, Esche, Ahorn (besonders Acer pseudoplatanus), zahme Kastanie, Schwarzerle, Linde, sodann Weißtanne, gemeine Kiefer, Weymuthskiefer, Lärche. Von den genannten haben manche eine bis in höheres Alter kräftig entwickelte Pfahlwurzel, wie z. B. Eiche, zahme Kastanie, Tanne, während bei anderen, wie Erle, Lärche, früher oder später das Wachstum der Pfahlwurzel nachläßt, dagegen mehrere schräg in den Boden eindringende starke Seitenwurzeln das Gerüst des Wurzelsystems bilden.

Flachstreichende Wurzeln haben Birke, falsche Akazie, Pappeln und Weiden, sowie von den Nadelhölzern die Fichte, während andere Holzarten, wie Buche, Hainbuche, Weißerle eine Mittelstellung einnehmen. Abgesehen von den unzweideutig ausgeprägten Extremen ist überhaupt diese, wie jede ähnliche Abgrenzung, angesichts der zahlreichen Uebergänge keine sichere, zumal auch bei der gleichen Holzart je nach der Bodenbeschaffenheit oft auffällige Verschiedenheiten vorkommen.

3) Höhenentwickelung[2]): Für viele waldbauliche Fragen (Erzielung genügenden Bestandesschlusses und damit guter Bodendeckung, Schädigung durch Wild, Weidvieh, Frost u. s. w.) ist namentlich die Jugendentwickelung der Holzarten entscheidend. Einzelne machen schon in den ersten Lebensjahren bedeutende Längstriebe (falsche Akazie, gemeine Kiefer), während andere (Tanne) erst nach einer Reihe von Jahren mit einer energischeren Höhenentwickelung beginnen. Die Trennung in rasch- und langsamwüchsige Holzarten bezieht sich zumeist auf diese Jugendentwickelung, und zwar können in diesem Sinne als langsamwüchsig gelten: Buche, Hainbuche, Tanne, wogegen man von den Laubhölzern Erle, Birke, Kirsche, Akazie, ferner Esche, Ahorn, zahme Kastanie, Pappeln und Weiden, von den Nadelhölzern die meisten Pinus-Arten und die Lärche als raschwüchsig bezeichnen und endlich den Ulmen, Linden, Pirus- und Sorbus-Arten, sowie der Fichte eine mittlere Stellung einräumen muß. Doch auch hier finden sich von Fall zu Fall, d. h. je nach

---

2) Ueber die Art der Ermittelung des Höhenzuwachsganges ist die Holzmeßkunde von v. Guttenberg, Handbuch II. Band S. 192 ff. zu vergleichen. Daselbst S. 222 ff. finden sich überdies die Entwickelungsgesetze nach dem dermaligen Stand unserer Kenntnis zusammengestellt. — Vergl. auch die Bemerkungen über die Bedeutung des Höhenwachstums bei Anlegung gemischter Bestände in III, B, 2 dieses Abschnittes, S. 15.

Standort, Witterung, Behandlung u. s. w. mancherlei Verschiebungen. Ziemlich rasch in ihrer Jugendentwickelung sind meist auch die Eichen, doch vielfach bald nachlassend. Bei vielen der genannten Holzarten ändert sich das Verhalten mit zunehmendem Alter, indem manche (namentlich im inzwischen geschlossenen Bestand) der bisher langsam wüchsigen (Tanne) sich in der Folge durch rasche Höhenentwickelung auszeichnen, andere, in der Jugend raschwüchsig, früher oder später nachlassen, besonders wenn sie sich nicht auf einem durchaus günstigen Standorte befinden (Esche, Ahorn, Eiche u. a. m.). Der bei den einzelnen Holzarten verschiedene Zeitpunkt dieses Nachlassens verdient beim Zusammenordnen derselben im nämlichen Bestande sorgfältige Beachtung.

Endlich ist von Bedeutung, wenn auch weniger für eigentlich waldbauliche Maßnahmen, als im Hinblick auf die Rentabilität des Betriebs (Haubarkeitserträge), die absolute Höhe, welche überhaupt erreicht wird. In dieser Hinsicht stehen die Nadelhölzer (Tanne und Fichte bis zu 40 Meter und mehr) im allgemeinen den Laubhölzern voran; übrigens ist die Höhenentwickelung in ganz besonderem Maße von der Standortsgüte abhängig.

4) Verhalten der Holzarten gegen Beschädigungen. Insektenschäden kommen insofern weniger in Betracht, als nicht viele derselben (wie Rüsselkäferfraß an Kulturen, Maikäferschaden u. a.) auf die waldbaulichen Anordnungen öfters einen bestimmenden Einfluß ausüben. Dagegen sind unsere wirtschaftlichen Entschließungen häufig durch das Verhalten der Waldbäume gegen Frost und Hitze, gegen Schneeschaden und Sturm bedingt.

Indem hinsichtlich dieser Gefahren und die dieselben bedingenden Momente auf den Forstschutz (Handbuch I. B., 2. Abtlg. VII) verwiesen wird, soll hier nur hervorgehoben werden, daß manche, sonst, d. h. namentlich in bezug auf ihre Massen- und Wertserträge, sowie ihr Verhalten gegen den Boden u. s. w., vielleicht weniger geschätzte Holzart durch ihre Unempfindlichkeit gegen Frost und Hitze für gewisse konkrete Fälle eine besondere Bedeutung erlangen kann, indem sie empfindlichere Holzarten entweder ganz vertritt oder denselben als wirksames Schutzholz (Mischung, Voranbau) beigesellt wird. Beispiele: Hainbuche statt der Rotbuche zum Unterbau auf feuchten Stellen, Forche als Schutz- und Treibholz für Eiche), Birkenvoranbau.

5) Fruktifikation: Soweit Bestandesbegründung durch Pflanzung stattfindet, ist der Waldbau mit seinen Operationen von dem Eintritt guter Samenjahre nur in mäßigem Umfange abhängig; denn einmal kann man, was an Pflänzlingen nicht aus Schlägen entnommen werden kann, sondern besondere Anzucht erheischt, aus einem verhältnismäßig kleinen Quantum des betreffenden Samens erzielen, so daß auch in samenarmen Jahren oft wenigstens dieses geringe Quantum brauchbaren Samens gewonnen werden kann, und zum andern kann im Falle reichlicher Mast meist für mehrere Jahre vorgesorgt werden, weil man bei der Pflanzung nicht immer gerade auf ein ganz bestimmtes Alter der Pflänzlinge angewiesen ist. Dagegen ist allerdings die Kultur durch Saat, sowie die natürliche Samen-Verjüngung an die Masten gebunden, und es ist, namentlich für das regelmäßige Fortschreiten der Wirtschaft im größeren nachhaltigen Betriebe, von wesentlichem Einfluß, ob und in welchen Zwischenräumen Mastjahre in genügender Art wiederkehren (vergl. den Abschnitt über Bestandesbegründung).

Man kann zwar für Saaten unter Umständen auch noch einige Jahre alten Samen verwenden, überdies den Samen, wenn nötig, aus weiter Ferne herbeischaffen, aber diese Behelfe fehlen bei der Naturbesamung. Wenn nun letztere auch bei allen Holzarten stattfindet, so ist der Wirtschaftsbetrieb im großen doch meist nur bei der Tanne und Buche, sowie vielfach bei der Fichte, da und dort auch bei der Forche auf dieselbe begründet. Natürliche Ansamung der Eiche, Esche, des Ahorns u. s. w. wird, obwohl vielfach eine

erwünschte Ergänzung der künstlichen Kultur, doch selten in größerem Umfange angestrebt. Somit kommen für unsere Frage eigentlich auch nur Tanne, Fichte, Forche, Buche, event. die Eiche in Betracht, zumal solche Holzarten wie Hainbuche, Esche, Ahorn u. a. meist sehr regelmäßig Samen tragen oder doch selten gänzlich versagen. Obwohl schon vom ausgehenden Stangenholzalter an oft bedeutendere Masten vorkommen und zwar auf schlechterem Standort gewöhnlich früher als auf besserem, wird die regelmäßige Wiederkehr derselben meist doch erst von einem späteren Entwickelungsstadium an beobachtet, welches demgemäß als volle Mannbarkeit bezeichnet werden kann. Erst wenn diese eingetreten ist, läßt sich die Verjüngung mit Sicherheit leiten.

Man kann rechnen [8]), daß bei der Tanne etwa vom 70—80. Jahre an in mildem Klima alle 3, in rauherem alle 5—7 Jahre eine reichliche Mast eintritt; bei der Fichte geschieht dies bei eben diesem Alter (mit entsprechenden, örtlich allgemein, sowie durch die mehr zufälligen Einflüsse der Jahreswitterung bedingten Schwankungen auf- und abwärts) durchschnittlich alle 5 Jahre. Die gemeine Kiefer fruktifiziert früher und auch reichlicher, so daß etwa vom 50. Jahre an je in 3jährigen Perioden auf eine genügende Samenmenge zu zählen ist. Buchensamenjahre, wenn auch eigentliche Vollmasten selten sind, doch, je nach Oertlichkeit, vom 70—80. Jahre an alle 5—10 Jahre. Aehnlich wie die Buche (im ganzen wohl etwas günstiger) verhält sich die Eiche.

III. Das Verhalten der Holzarten.

Da es der Waldbau fast ausnahmslos nicht mit Einzelbäumen, sondern mit Beständen, d. h. mit einer Vielheit einzelner Individuen, zu thun hat, so ist die Würdigung der einzelnen Holzarten recht eigentlich durch deren Verhalten im Bestande, beim Zusammenleben mit Individuen der gleichen Art oder anderer Arten bedingt. Dabei ist jenes Verhalten hauptsächlich nach zwei Richtungen hin zu begutachten, nämlich es fragt sich: 1) welchen Einfluß äußert die Holzart im Bestand auf den Boden, der sie trägt? und 2) was leistet der Bestand als solcher für die verschiedenen Zwecke der Wirtschaft?

A. Einfluß der Holzarten auf den Boden.

§ 9. Es kommt darauf an, daß der Bestand, welcher dem Boden bestimmte Beträge an Nährstoffen entzieht und denselben dadurch ärmer macht, hiefür in Gestalt derjenigen Substanzen, welche die Holzgewächse zur Streudecke und somit demnächst zur Humusbildung beitragen, also in erster Linie durch den jährlichen Blatt- und Nadelabfall, durch Blüten- und Fruchtteile, Zweige 2c. 2c. soweit möglich Ersatz leistet, und daß außerdem durch das Kronendach des Bestandes die Einwirkung von Sonne und Wind in solchem Maße vom Boden fern gehalten werden, daß diesem hierdurch das gehörige Maß von Feuchtigkeit, sowie ein normal verlaufender stetiger Gang der Humusbildung gesichert, die Laubdecke bewahrt und zugleich die Entwickelung zahlreicher Forstunkräuter hintangehalten werde. Diese Wirkungen werden in den weitaus meisten Fällen — (von besonders kräftigen bezw. feuchten Böden abgesehen, deren Erschöpfung in Absicht auf Mineralstoffe und Wassergehalt nicht zu fürchten ist) — nur von einem gut geschlossenen Kronendach in genügender Weise ausgeübt, wobei allerdings nicht erforderlich ist, daß die einzelnen Kronen sich in gleicher Höhe gewissermaßen zu einer einzigen Etage zusammenfügen, sondern es können auch Exemplare, bezw. Gruppen verschiedensten Alters und damit verschiedenster Höhe und Einzelausformung den Raum über dem Boden derart mit Zweigen, Laub und Nadeln anfüllen, daß Sonne und Wind nicht oder nur in unschädlichem Maße zur Erde gelangen

8) Vergl u. a. Heß „Die Eigenschaften und das forstliche Verhalten der wichtigeren .. Holzarten", woselbst in Anmerkungen die Speziallitteratur nachgewiesen ist.

können. Jedenfalls aber ist im allgemeinen ebenso zur Herstellung jenes Schutzdaches über dem Boden, wie zur Rücklieferung eines hinreichenden Quantums an humusbildenden Substanzen auf der Flächeneinheit eine große Anzahl von Holzpflanzen und insbesondere solcher erforderlich, deren Kronen in sich entsprechend dicht sind. Denn namentlich in höherem Alter, wenn der einzelne Baum einen größeren Standraum einnimmt, ist nicht in erster Linie nahes Aneinanderrücken der Nachbarbäume, sondern vor allem auch die Beschaffenheit der Einzelkrone für die Intensität des Bodenschutzes bedingend. Fällt auch in der Jugend die auf gegebener Fläche vorfindliche Zahl der Individuen am meisten ins Gewicht, so tritt doch mit fortschreitender Entwickelung (zunehmender natürlicher und künstlicher Bestandesreinigung) diesem Moment der Einfluß der einzelnen Krone mehr und mehr als gleichwertig zur Seite. Nun verhalten sich aber unsere Holzarten in dieser Beziehung außerordentlich verschieden. Zwar besitzen nicht bloß diejenigen, welche sich auch im Alter noch durch dichte Kronen auszeichnen, sondern auch viele von denen, bei welchen dies nicht der Fall ist, in der Jugend reichliche Belaubung oder Benadelung; aber mit zunehmendem Alter lichten sich die Kronen der meisten Holzarten mehr und mehr aus, sie rücken überdies (infolge Absterbens der unteren Aeste) immer weiter vom Boden in die Höhe, durch seitliche Beengung gehen viele Individuen ein, so daß durch dies alles bald früher bald später (nach Holzart, Standortsverhältnissen u. s. w.) eine oft sehr weitgehende Durchlichtung des Kronenschlusses eintritt, die sich durch Ueberkleidung des Bodens mit Unkräutern, rasche Humuszersetzung, Austrocknung 2c. bemerkbar macht. Da hierdurch der Waldboden in seiner Produktionsfähigkeit geschädigt würde, so muß für dauernd dichten Kronenschirm gesorgt werden. Dies geschieht, indem man entweder überhaupt nur solche Holzarten in die Bestände bringt, deren Kronen sich bis ins höhere Alter gut geschlossen erhalten, oder, falls man aus irgend welchen Gründen zu solchen Holzarten greift, welche sich in späteren Jahren licht stellen, diese wenigstens entweder mit so niedrigen Umtrieben behandelt, daß bei der Aberntung des Bestandes die für den Bodenzustand bedenkliche Lichtung noch nicht eingetreten ist, oder, wenn man sie älter werden lassen will, im Zeitpunkte der beginnenden Auslichtung auf andere Weise für Bodenschutz sorgt.

Diejenigen Holzarten, welche auch in höherem Alter gut geschlossene Bestände zu bilden und somit dem Boden jeden gewünschten Schutz dauernd zu gewähren vermögen, sind vorab Tanne, Buche, dann auch die Fichte. Sie sind also vor allen andern berufen, die Hauptmasse des Waldes zu bilden, bezw. in reinen, d. h. nur aus Exemplaren der nämlichen Holzart zusammengesetzten Beständen aufzutreten. Sie speziell werden als schattenertragende Holzarten bezeichnet, weil man die Dichtigkeit ihrer Krone, welche wesentlich darauf beruht, daß Blätter, bezw. Nadeln im Inneren derselben sich noch lebend erhalten, als einen Beweis höheren Schattenerträgnisses ansieht im Gegensatz zu dem bezüglichen Verhalten bei solchen Holzarten, deren Kronen sich bald lichten, indem die von den äußeren Blatt-, bezw. Nadelschichten umschatteten Organe im Kroneninnern nicht mehr lebensfähig bleiben. Diese Holzarten werden deshalb lichtbedürftig oder kurz Lichthölzer genannt. Als extreme Repräsentanten derselben können die Lärche und Birke gelten, welche sich vor allen andern durch ihre besonders dünne Krone auszeichnen. Zwischen den beiden genannten Extremen, den Schattenhölzern Tanne, Buche und Fichte und den Lichthölzern Birke und Lärche, schalten sich in mannigfacher Abstufung die übrigen Holzarten ein. Keiner unserer Waldbäume liebt oder bedarf den Schatten, abgesehen von der Jugendzeit, in welcher vielen derselben Schutz gegen Frost und Hitze gewährt werden muß, was im großen Forstbetrieb meist nur durch das Kronendach eines Schutzbestandes geschehen kann, also mit Beschattung verknüpft ist. Alle Holzarten entwickeln sich vielmehr kräftiger im vollen Sonnenlichte. Dagegen können aber manche die Beschattung nach Maß und

Zeitdauer in weiterem Umfange ertragen, während andere darunter bald notleiden, eine Verschiedenheit des Verhaltens, welche natürlich waldbaulich von höchster Bedeutung ist [4]).

Tanne und Buche brauchen (in der Ebene und den Mittellagen wenigstens) in der Jugend Schutz gegen Frost und Hitze und ertragen die Beschattung, die Tanne aber länger und intensiver als die Buche. Weit weniger schutzbedürftig ist die junge Fichte, jedoch schattenertragend in etwas geringerem Maße wie die Buche. Alle anderen Holzarten sind als Jungwüchse sofort sehr dankbar für vollen Lichtgenuß und erhalten sich unter dem Schatten von Oberständern im allgemeinen nur dann einige Zeit wuchskräftig, wenn ihnen, was dabei an atmosphärischen Niederschlägen (Regen, Thau 2c.) abgeht, durch Bodenfrische reichlich ersetzt wird. — Von dem Verhalten in der ersten Jugend ist dasjenige während der weitern Entwickelung des Bestandes zu unterscheiden. Das kritische Alter, in welchem sich die größere oder geringere Fähigkeit einer Holzart, dichte und damit reine Bestände dauernd zu bilden, deutlich ausspricht, ist gemeinhin die Zeit des beginnenden Stangenholzes. Außer bei Lärche und Birke tritt die Sorge um den Bodenschutz im reinen Bestande einer Lichtholzart erst von jenem Zeitpunkte ab an uns heran; ja in Beständen mancher lichtkroniger Nadelhölzer, wie z. B. der gemeinen Kiefer kann man sich dieser Sorge oft noch weiterhin, bis in's mittlere, ja höhere Stangenholzalter entschlagen, sofern eine dichte Moosdecke den Boden überkleidet und ihm den erforderlichen Schutz (Feuchtigkeit 2c.) gewährt. Von verschiedenen Schriftstellern sind die Holzarten in Bezug auf ihre Fähigkeit, Schatten zu ertragen, bezw. sich im geschlossenen Bestande zu halten, klassifiziert worden [5]). Die Skala, welche dieselben aufgestellt haben, stimmt nicht in allen Einzelheiten überein; doch treffen die Abweichungen zumeist nur die eine mittlere Stellung einnehmenden Holzarten; manche Verschiebung ist lokaler Natur, durch die Eigenart des Standorts bedingt [6]); überdies ist die exakte komparative Beobachtung äußerst schwierig, weil meist viele Faktoren gleichzeitig wirksam sind. Wir möchten — mit der am meisten Schatten ertragenden Holzart beginnend — folgende Reihe aufstellen: Tanne — Buche — Fichte — Hainbuche, Weymouthskiefer — Linde — Esche — Ahorn, Schwarzkiefer — Erle — Eiche, Ulme — gemeine Kiefer — Aspe, Birke, Lärche. Zu beachten ist, daß zu den ziemlich viel Schatten ertragenden Holzarten die Weymouthskiefer gehört, welche dadurch und durch ihre Raschwüchsigkeit für manche Spezialfälle waldbaulicher Arbeit, wie z. B. Auspflanzen von Schneebruchlücken, alten Wegen u. s. w. besonders geeignet erscheinen kann. Ferner scheint es, daß die Fichte keineswegs der Buche und noch weniger der Tanne gleichgeordnet werden darf. — Ein allgemeiner Einfluß des Standorts auf die besprochenen Verhältnisse läßt sich dahin erkennen, daß auf frischen und reichen Böden die Kronen dichter sind, das Schattenerträgnis durch alle Lebensalter gesteigert erscheint, woraus gefolgert werden kann, daß jedenfalls die Frage der Ernährung mitspielt, wie denn überhaupt die beregten Beziehungen noch nicht allseits vollständig geklärt sind. Vgl. Handbuch I, 1 S. 296.

Thatsächlich kommen auch von andern Holzarten, als der Tanne, Buche und Fichte, reine Bestände vor; aber dieselben sind dann entweder Kinder der Not oder auch besonders günstiger Verhältnisse. So findet sich insbesondere die gemeine Kiefer in ausgedehnten reinen Beständen, jedoch zumeist auf Böden, welche für andere, anspruchsvollere Holzarten nicht mehr taugen, wo man also, um überhaupt Wald zu haben, mit der Kiefer im reinen Bestand zufrieden sein muß. Man befindet sich in einer Zwangslage, aus der man eben niemals herauskommen kann. So lange in solchen Beständen die Moosdecke sich erhält (bei nicht zu hohem Umtrieb), ist die Leistung der Kiefer auch in Rücksicht auf die Bodenkraft eine befriedigende. Auch Schwarzkiefer (Wiener Wald), Krummholzkiefer (Hochgebirg, Moore), Erle (nasse Partieen), sodann Esche, Eiche (auf kräftigen Böden der Flußniederungen, doch hier meist mit einem Unterholz) können als Beispiele dafür aufgeführt werden, daß unter besonderen Umständen Lichthölzer oder wenigstens solche, welche eine mittlere Stellung einnehmen, in reinen Beständen vorkommen. Ueberdies ist der Eichenschälwald zu erwähnen, bei welchem der niedrige Umtrieb entscheidend ist. — Anbau von Schutzbeständen (aus Birke, gemeiner Kiefer), sowie Anzucht von reinen Beständen (etwa der Eiche) in der Absicht, sie später zu unterbauen, kommen als nicht dauernd beizubehaltende reine Bestände hier nicht weiter in Betracht.

---

4) Zu vergl. Zweiter Abschnitt, 2. Kapitel, A, II 1, § 25.

5) Vergl. u. a. G. Heyer, Verhalten der Waldbäume gegen Licht und Schatten, 1852. — v. Fischbach „Forstwissenschaft", 4. Aufl. 1886 S. 5. — Kraft in Allg. F. u. J.Zeitg. von 1878, S. 64. — Gayer, „Waldbau", 2. Aufl. S. 33 ff.

6) In dieser Beziehung macht z. B. Gayer auf die erhöhten Lichtansprüche bei kurzer Vegetationsdauer (Gebirg, Norden), dann auf den Einfluß der örtlichen Lichtintensität, die Wirkung häufiger Nebel u. s. w. aufmerksam.

B. Verhalten der Holzarten untereinander. Gemischte Bestände[7]).

§ 10. 1. Allgemeines. Da nur eine kleine Anzahl von Holzarten geeignet ist, für sich allein, d. h. in reinem Bestande dem Boden den erforderlichen Schutz zu gewähren; da sich aber gerade unter den übrigen, den Lichthölzern, eine Reihe unserer wertvollsten, für die vielseitigsten Verwendungszwecke gesuchten Nutzhölzer befinden, auf deren An- und Nachzucht nicht verzichtet werden kann, so müssen sich den reinen Beständen „gemischte" zugesellen, d. h. solche, welche aus Individuen zweier oder mehrerer Holzarten zusammengesetzt sind, wobei dann die Lichthölzer derart mit Schattenhölzern zusammengebracht werden können, daß letztere die Sorge für den Bodenschutz in der Hauptsache übernehmen, während jene, in der Minderzahl, ohne besondern Nachteil für die Bodenkraft mitwachsen. Die zwei großen Gruppen Licht- und Schattenhölzer gestatten folgende 3 Arten von Mischungen: a) Schattenhölzer untereinander, b) Schatten- mit Lichthölzern, c) Lichthölzer untereinander. Außerdem sind Unterschiede dahin zu machen, ob die Mischungen bleibend oder vorübergehend sind, ob die einzelnen Holzarten gleichzeitig oder zu verschiedener Zeit auf die Fläche kommen, ob sie gleichalt oder ungleichalterig sind, endlich ob eine gruppen- oder horstenweise Verteilung der einzelnen Holzarten beliebt wird, oder ob ein Grundbestand mit Exemplaren einer anderen Holzart in einzelständiger Anordnung der letzteren durchstellt ist.

a) Beispiele vorübergehender Mischungen: 1) Anzucht von Schutzbeständen: Birke, Lärche oder Kiefer auf Blößen behufs Nachzucht von Tanne oder Buche; Kiefer in Untermischung mit Eiche, um letztere durch Seitenschutz gegen Frost zu sichern; — 2) Mitanzucht einer Holzart, welche eine frühe Zwischennutzung abwerfen soll, z. B. Fichte (Weihnachtsbäume!) in Pflanzkulturen zwischen ausländischen Hölzern (Douglastanne). — b) Beispiele ungleichzeitiger Mischungen: 1) Voranbau eines Schutzbestandes, nachfolgendes Einbringen der Hauptholzart; 2) Unterbau von Lichthölzern (Eiche) mit Schatthölzern. — c) Beispiele ungleichalteriger Mischungen sind unter a und b einbegriffen.

Die Frage, ob reine oder gemischte Bestände, ist in letzter Linie eine Frage der Rentabilität. Sofern eine Anzahl kaum entbehrlicher Holzarten im reinen Bestand nicht erzogen werden können, sind, wie bereits hervorgehoben wurde, Mischbestände eine unabweisbare Notwendigkeit. Es könnte sich aber weiterhin die Erwägung aufdrängen, ob nicht auch solche Holzarten, welche vermöge ihres dichten Kronenschlusses zu reinen Beständen taugen, wegen besonderer Vorzüge der Mischbestände allgemein besser in Untermischung mit andern Holzarten angebaut werden würden, so daß die Begründung gemischter Bestände überhaupt als Regel hingestellt werden müßte. Solcher Vorzüge gemischter Bestände werden in der That mehrere angeführt[8]), wie: a) Gemischte Bestände gewähren größern Schutz gegen gewisse Gefahren, indem die einzelnen Mischholzarten in verschiedenem Maße (manche eventuell gar nicht) bedroht sind und dadurch für den Bestand im Ganzen eine höhere durchschnittliche Widerstandsfähigkeit entsteht. Wenn letztere auch zum Teil nur mittelbar der Mischung, d. h. in der Hauptsache der durch dieselbe ermöglichten kräftigern Kronenentwicklung, besserer Gesundheit im allgemeinen u. s. w. zu verdanken ist, so ändert dies doch nichts an der Thatsache größerer Sicherheit der Gesammtbestände. Beispiele: Mischung von Laubholz unter Nadelholz als Schutz gegen Feuer, Pilze und Insekten, desgleichen gegen Schneedruck; flach- und tiefwurzelnde Holzarten bilden unter Umständen einen sturmsichereren Bestand als flachwurzelnde allein; frostharte und -empfindliche Holzarten in Mischung zum Schutz der letzteren u. s. w. — b) Gemischte Bestände können die Holzmassen- und Wertsproduktion steigern. Allgemein läßt sich dieser Satz aus den verschiedenen Bodenansprüchen der Holzarten, aus der Verschiedenheit ihrer Wurzelbil-

7) Vergl. Carl Heyer „Beiträge zur Forstwissenschaft" II. Heft, 1847 S. 1 ff.
8) Vergl. Carl Heyer daselbst S. 82 ff.

dung (flach- und tiefwurzelnde), ihrer Kronenform, sowie aus den besseren Bodeneigenschaften, welche Lichthölzern im Grundbestande von Schatthölzern zu gute kommen u. s. w., abstrahieren. Komparative Untersuchungen, welche denselben bestätigen, liegen nur in beschränkter Zahl vor[9]), längst noch nicht genügend, um alle einschlagenden Beziehungen mit Bestimmtheit nachzuweisen. Insbesondere wäre z. B. hinsichtlich einiger, in größerer Ausdehnung vorkommender Nadelholzmischungen wie Tanne und Kiefer, Tanne und Fichte, Tanne, Fichte und Kiefer (Schwarzwald, Vogesen), welche offenbar Gutes leisten, der zahlenmäßige Vergleich ihrer Massenproduktion mit derjenigen reiner Bestände jener Holzarten auf gleiche Standort noch durch ausgedehnte Untersuchungen zu führen. Nadelhölzer, wie Fichte, Kiefer, Tanne bilden, in Buchen eingesprengt, besonders bedeutende Dimensionen heraus. Daß übrigens eine Mehrproduktion wohl wesentlich auf freiere Kronenentwickelung einzelner schneller wüchsiger Bäume im Mischbestande zurückzuführen sein dürfte, während eine Wachstumssteigerung in gleichalterigen, gleichhohen Beständen durch die Mischung allein kaum oder doch nur in beschränktem Maße verursacht werden möchte, hat Wagener[10]) hervorgehoben. — c) Gemischte Bestände dienen zur Verminderung der Betriebsklassen. Dies geschieht einmal dadurch, daß sie eine einheitliche Schlagordnung (normale Altersstufenfolge) gestatten, wo sonst, wenn man von jeder Holzart jährlich einen Ertrag haben möchte, ebensoviele selbständige Schlagordnungen nötig wären, als Holzarten vorhanden sind (bei kleiner Gesammtfläche insbes. ganz undurchführbar); sodann dadurch, daß innerhalb gewisser Grenzen ein Ausgleich der Umtriebszeiten im Mischbestande möglich erscheint; Verschiedenheit der Umtriebszeit wäre sonst ein zwingender Grund für Ausscheidung besonderer Betriebsklassen der einzelnen Holzarten. Beispiele: Kiefer für sich mit 60jährigem, Buche, für sich mit 100jährigem Umtrieb zu behandeln, lassen sich unter Umständen in der Mischung, in welcher die Kiefer an sich länger aushält und insbesondere ein besserer Bestandesschluß als im reinen Kiefernbestand bewahrt bleibt, zu einem mittleren Umtrieb von 80 Jahren vereinigen. Es kommt hinzu, daß manche Holzarten gar nicht in solcher Masse auf dem Markte begehrt werden, als daß es sich lohnen würde, durch reine Bestände den Bedarf nachhaltig decken zu wollen, während man dieselben andererseits doch im Handelsverkehr nicht ganz entbehren kann (Ahorn, Linde, Elsbeere u. s. w.). — d) Gemischte Bestände tragen unzweifelhaft zur Verschönerung der Gegend bei.

Diesen Vorzügen stehen aber einzelne Bedenken gegenüber: a) Selbst wenn allgemein die Mischung eine Massenproduktionssteigerung bedingen würde, müßte von derselben abgesehen werden, falls die Gesammtwertserzeuguug des Bestands dadurch eine beschränktere würde, daß geringwertige Holzarten (z. B. Buche) einen Teil der Stellen einnähmen, an welchen höherwertige (Nutzhölzer, wie Fichte, Tanne 2c.) stehen könnten. Es ist freilich in vielen Fällen fraglich, ob diejenige Holzart, welche heute die vorteilhafteste ist, dauernd den Vorzug verdienen wird, oder ob ihr eine andere nicht in Zukunft den Rang ablaufen wird. Im allgemeinen wird aber jedenfalls das Nutzholz dem Brennholz überlegen bleiben. — b) Gemischte Bestände verursachen, in Absicht auf Forsteinrichtung, Bestandesbegründung und -erziehung, Holzernte u. s. w. manche Wirtschaftserschwerung. Wohl hauptsächlich aus letzterem Grunde, der, selbst wenn die Thatsache richtig ist, niemals für die Wahl des Wirtschaftsverfahrens allein entscheidend sein darf, finden sich gemischte Bestände längst noch nicht in der ihnen zukommenden Verbreitung. Daß reine Bestände dann, wenn die eine Holzart lokaliter unzweifelhaft die tauglichste, bezw. vorteilhafteste ist, den Vorzug verdienen, bedarf keiner nochmaligen Hervorhebung.

2) Allgemeine Regeln für die Anlage gemischter Bestände:

---

9) Carl Heyer a. a. O. S. 35 ff.
10) Vergl. Wagener „Waldbau" S. 141 ff.

§ 11. Voraussetzung ist, daß die Holzarten an sich für den betreffenden Standort passen.

a) Den Grundbestand der Mischung muß eine schattenertragende Holzart bilden, d. h. eine solche, welche die Bodenkraft erhält. — b) Werden Schattenhölzer mit einander gemischt, so müssen sie entweder gleichen Höhenwachstumsgang haben, oder es muß die langsamer wüchsige einen Vorsprung besitzen oder durch wirtschaftliche Maßregeln (Freihieb) geschützt werden. — c) Schattenhölzer und Lichthölzer taugen nur dann zu einer Mischung, wenn die letzteren dauernd die ersteren überragen, was dann geschieht, wenn sie entweder rascher in die Höhe gehen als die Schattenhölzer oder, im Falle gleicher oder gar geringerer Höhenentwickelung, einen entsprechenden Altersvorsprung vor diesen haben. —

Die Möglichkeit der Mischung ist wesentlich von dem relativen Höhenwachstum der Holzarten abhängig. Jede der letzteren hat ihre (namentlich durch den Beginn des raschen Ansteigens, sowie durch die Lage des Wendepunktes in der Jugend und dann des Kulminationspunktes im späteren Alter) besonders charakterisierte Höhenkurve; die absoluten Werte der Ordinaten ändern sich innerhalb der nämlichen Holzart nach dem Standort, der Waldbehandlung u. s. w., während das relative Verhalten annähernd das gleiche bleibt (cfr. II. 3 dieses Abschnittes S. 522). Wird eine Holzart von einer anderen überwachsen, so wird sie dadurch meist (Beschattung, Entzug der Niederschläge 2c.) geschädigt, kann jedoch auch (durch Schutz gegen Frost, Hitze) in ihrer Entwickelung gefördert werden, letzteres aber nur, wenn die überwachsende Holzart nicht zu massenhaft beigemengt und nicht zu dichtkronig ist, weil anderenfalls die schädigenden Einflüsse überwiegen. Ueberdies ist ein solcher Schutz meist nur in der Jugend von Belang. Namentlich wenn gleichzeitige, bezw. gleichalterige Mischungen beliebt werden, ist in erster Linie die Höhenentwickelung im jugendlichen Alter entscheidend. Eine Lichtholzart verträgt dauernde Ueberwachsung in keinem Falle, am allerwenigsten durch eine Schattenholzart, während umgekehrt der lockere Kronenschirm nicht zu zahlreicher Lichthölzer (wie Lärche, Birke) einem Schattenholz die normale Entwickelung nicht notwendig benimmt.

d) Lichtbedürftige Holzarten sind zu dauernden Mischungen nicht zu verbinden. Folgt aus a. Ausnahmen ergeben sich in den nämlichen Fällen, in welchen auch reine Bestände aus Lichthölzern unbeanstandet bleiben (cfr. III. A. S. 12). — e) Die Mischung kann, je nach Umständen, eine gruppen- und horstweise oder eine Einzelmischung sein.

Eine allgemein bindende Regel soll in dieser Beziehung nicht aufgestellt werden. Heyers Waldbau verlangt (3. Aufl. S. 41) Einzelmischung, während viele neuere Waldbauschriften (z. B. Gayer)[11]) mehr für gruppen- und horstweise Mischung eintreten. Bei Beantwortung der Frage, ob man einen reinen oder gemischten Bestand vor sich habe, also bei der Definierung dieser beiden Bestandesarten, darf man nicht von der zufällig vorliegenden Wirtschaftsfigur (Abteilung oder dergl.) ausgehen, sondern muß grundsätzlich daran festhalten, daß ein Mischbestand im strengen Sinne des Wortes eigentlich nur dann vorliegen würde, wenn durchgängig Einzelindividuen zweier oder mehrerer Holzarten miteinander abwechselten; dabei müßten immer die etwa beteiligten Lichthölzer mit Rücksicht auf den notwendigen Bodenschutz in der Zahl zurückstehen. Derartige Bestände, in welchen in der Hauptsache Einzelbäume, bezw. an deren Stelle auch wohl kleine Gruppen der verschiedenen Holzarten in Untermischung stehen, finden sich fast nur bei Tanne und Fichte. Insbesondere dann, wenn eine Lichtholzart mit in Konkurrenz tritt, ist das Verhalten in der Regel so, daß man einen mehr oder minder zusammenhängenden Grundbestand der Schattenhölzer hat, in welchem die Lichthölzer verteilt sind, und nun kommt es darauf an, ob diese Verteilung (künstlich oder durch die Natur) so bewirkt ist, daß dieselben zumeist in Gruppen und Horsten zusammenstehen oder als Einzelexemplare auftreten. Horste, ja selbst Gruppen (d. h. kleine Horste) einer eingesprengten Holzart sind, genau genommen, nichts als reine Bestände geringen Umfangs, mithin treffen für sie a priori alle die für solche geltenden Sätze zu, nur dadurch in etwas modifiziert, daß von den Rändern des Horsts her der Einfluß des umgebenden Holzes sich auf kurze Erstreckung hin geltend macht. Namentlich wäre ein Horst aus Lichthölzern zunächst ebenso bedenklich, wie ein größerer reiner Bestand aus solchen. Diese Erwägung führt zur Einzelmischung. Aber es ist zu beachten, daß letztere die Bestandeserziehung erschwert, indem man die einzeln eingesprengten Beiholzarten nicht so leicht im Auge behalten kann, als dies bei horstweiser Anordnung derselben möglich ist[12]). Die Lichthölzer werden von den Schattenhölzern immer mehr oder weniger bedrängt. Hat man Lichtholzhorste, so haben nur die Randstämme derselben den Kampf zu bestehen, während die Bäume in deren

11) Gayer „Waldbau" und dessen „Der gemischte Wald, seine Begründung und Pflege, insbes. durch Horst- und Gruppenwirthschaft", 1886.

12) Durch regelmäßige Verteilung etwa in Reihen oder dergl. läßt sich übrigens manchmal, wenn auch keineswegs immer helfen.

Innerem sich unbehindert entwickeln können. Sofort aber ist zu erwägen, ob der bodenschützende Einfluß des umgebenden Grundbestandes sich bis in die Mitte des Horstes erstreckt, oder ob nicht für letztere noch besondere Mittel zur Bewahrung der Bodenkraft (Unterbau) erforderlich werden. Die kleinere Gruppe kann derselben wohl entraten; aber sobald man mit größeren Horsten operiert, löst sich das Ganze unzweifelhaft in einen Komplex aus einzelnen reinen Beständen auf, für welche nur an den Rändern die Bedingungen des Mischbestandes noch als vorhanden eingeräumt werden können. Die ganze Frage wird eigentlich vom Standort entschieden. Man sollte, — soweit sich dies mit der Uebersichtlichkeit der Wirtschaft, einem Betrieb in großem Zuge, der manchen Vorteil bietet, verträgt, — grundsätzlich auf jedem (kleinsten oder größten) Waldbodenteil diejenige Holzart erziehen, welche für ihn am besten paßt (bezw. auf ihm am besten rentiert). Freie Wahl hat man also nur auf Böden, welche durchgängig gleichartig sind und mehrere Holzarten zulassen. Hier kann man mischen oder (Schattenhölzer) rein anbauen, man kann Einzelmischung oder horstweise Anordnung wählen, und hier würde ich die Einzelmischung im allgemeinen vorziehen. In sehr vielen Fällen und vorab fast stets im Hügelland und Gebirg, also auf dem größten Teil unserer gesamten Waldbodenfläche, wechselt aber die Standortsgüte innerhalb der einzelnen Waldabteilung (Mulden, Rücken ꝛc.), und will man auch nicht jeden einzelnen kleinen Unterschied berücksichtigen, so muß doch eine sorgfältige Begutachtung der Bodenproduktionsfähigkeit in dem Maße gefordert werden, daß man nicht größere Abteilungen mit Gewalt als einheitliche Ganze bewirtschaftet, sondern bessere Partien den anspruchsvolleren Holzarten (z. B. tiefgründige, frische Böden der Eiche) zuweist, diese dagegen von geringeren Partien (steinigen, trockenen Köpfen u. s. w.) fern hält. Wie weit man bei solcher Ausscheidnng in's Detail arbeiten soll, läßt sich nicht allgemein bestimmen. Jedenfalls aber geht dadurch die Einheitlichkeit des Bestandes innerhalb des einzelnen Waldteiles verloren und der Gesamtbestand gestaltet sich zu einer Anzahl von Einzelbeständen, die in sich gleichartig (reine Bestände, event. mit Unterbau), aber auch wieder Mischbestände sein können. Es kann sich im einzelnen naturgemäß eine größere oder geringere Mannigfaltigkeit ergeben, je nachdem man der einen oder anderen der dabei auftretenden Erwägungen — (sorgsamste Ausnutzung jeder kleinen Bodenverschiedenheit, Zersplitterung der Wirtschaft, Schwierigkeit der Forsteinrichtung ꝛc.) — das größere Gewicht beimißt. In den meisten Fällen wird Vermeidung der Extreme im Interesse der Wirtschaft (wenigstens bei großem Waldbesitz) gelegen sein.

3) Spezielle Regeln:

§ 12. a) Schattenhölzer unter einander:

1) Tanne und Fichte: Die Tanne, in der Jugend langsamer wüchsig, wird von der Fichte überholt, kommt aber wieder nach, falls die Fichte nicht zu zahlreich. Sehr gute Mischung [13]), die bei natürlicher Verjüngung wieder erscheint, wenn durch Reduktion der Fichten auf eine geringere Zahl, sodann durch Dunkelhalten des Samenschlags (so daß der Fichtenanflug wieder vergeht, während sich die Tanne hält) die Tanne zunächst begünstigt wird (vergl. auch 3. Abschn. 1. Kap. 1). — 2) Tanne und Buche: Die größere Nutzfähigkeit der Tanne bedingt meist besondere Rücksicht für diese; sie soll herrschende Holzart sein, ist, namentlich auf der Buche behagendem Standort, in der Jugend vor der Buche zu schützen. Bei der Verjüngung ist zunächst nur auf Tanne zu wirtschaften und erst, wenn deren Nachwuchs gesichert ist, die für die junge Buche nötige lichtere Stellung zu geben. — 3) Buche mit Fichte: Auch hier ist die Buche die minderwertige Holzart. Sie wird von der Fichte bald überholt und bei reichlicher Beimischung derselben in eine mehr untergeordnete Stellung gedrängt. Will man die Buche gleichwertig erhalten (wozu aber nicht oft ein Grund vorliegen dürfte), so muß sie an Zahl überwiegen. — 4) Tanne, Fichte und Buche: Treffliche Mischung, wenn Tanne und Fichte an Zahl überwiegen. (Wo die Buchenbrennholzpreise besonders hoch stehen, oder sich für Buchennutzholzverwendung ausnahmsweise günstige Gelegenheit bietet, kann man der Buche in der Mischung selbstredend mehr Raum gönnen.) Bei der Verjüngung entscheidet, falls die Mischung erhalten bleiben soll, zunächst wieder die für die Tanne geeignete dunkle Schlagstellung.

b) Schatten- und Lichthölzer:

1) Tanne als herrschende Holzart: Charakteristisch ist, daß die Tanne anfänglich von allen Lichthölzern überwachsen wird, denselben aber im Stangenholzalter (früher oder später) vielfach (besonders Laubhölzern) wieder nachkommt, ja sie überwächst. Gleichalterige Mischungen der Tanne mit lichtbedürftigen Laubhölzern, wie Eiche, Esche, Ahorn finden sich in den Haupttannengebieten von Natur kaum anders als so, daß diese Holzarten einzeln da und dort eingesprengt sind, oder so, daß die gleichzeitig beigesellte Buche die Vermittelung übernimmt. Jene Mischung künstlich herbeizuführen, liegt meist kein Grund vor. — Dagegen kann sich wirtschaftlich sehr empfehlen [14]) die Mischung der Tanne mit der Kiefer, eventuell der Lärche zu beachten. Die Kiefer hält insbesondere den höheren Tannenumtrieb meist trefflich aus und bildet dabei besonders wertvolle Stämme heraus. — Tanne und Birke nur insolange zulässig, als die Birke vorwüchsig ist und die Gipfel der Tanne nicht beschädigt (event. Schneitelung der Birke).

2) Fichte als Grundbestand: Die Fichte verhält sich im allgemeinen ähnlich wie die

13) z. B. in vielen Revieren des Schwarzwaldes.

14) z. B. Oberförsterei Wasselnheim — Elsaß.

Tanne, geht nur von vornherein rascher in die Höhe. Fichte mit Kiefer und Lärche sehr gut. Bei gleichzeitiger Mischung der Fichte und Kiefer muß aber, falls man nicht demnächst einen Kiefernbestand mit Fichtenunterwuchs haben will, die Fichte an Zahl beträchtlich vorherrschen. Je nach dem Standort ist die Gefahr für die Fichte größer oder geringer (auf trockenen Böden bleibt die Fichte rascher zurück). Die von der Kiefer nicht völlig überwachsenen Fichten holen auf besseren Böden die Kiefer später wieder ein. — Fichte mit Birke, wie Tanne mit Birke. — Desgleichen Fichte mit Eiche, Esche, Ahorn, Ulme ꝛc. Will man, um in einem Fichtengebiet genügende Mengen an Eichenholz zu erziehen, etwa Fichte und Eiche in Mischbeständen haben, so empfiehlt sich Einbringen der Eiche in Horsten. Die Form einer ungleichalterigen Mischung (Eiche mit Unterbau, dann aber besser nicht mit Fichte) ist meist vorzuziehen.

3) Buche als Grundbestand: Dieselbe ist für die meisten lichtkronigen Laubhölzer die gegebene, ebenso aber auch für Kiefer und Lärche eine treffliche Mischholzart, welche durch ihre Krone bezw. ihren Laubabfall auf den Boden in hervorragendem Maße günstig wirkt. Nur muß man sorgen, daß die Lichthölzer, falls sie nicht entschieden rascher wüchsig sind als die Buche, von letzterer nicht bedrängt (seitliche Beengung der Krone ist oft schon verderblich) oder gar überwachsen werden. In Untermischung mit der Buche zieht man die Halbschattenhölzer Hainbuche, Linde am besten. Sodann werden Ahorn, Esche, Ulme, Birke, Aspe ꝛc., vor allem aber die Eiche zweckmäßig mit der Buche zusammengebracht. Ahorn kann in der Jugend recht vordringlich werden und ist dann zu reduzieren; Esche und Ulme in großer Zahl sind (wegen des besonders wertvollen Holzes) meist nur erwünscht; Birke und Aspe dürfen mit Rücksicht auf Bodenschutz und Massenproduktion nicht in größerer Menge vorkommen. — Von hervorragender Bedeutung ist die Mischung der Buche und Eiche, und zwar handelt es sich hier zunächst um (wenigstens annähernd) gleichalterige Mischung (Unterbau der Eiche ist später, 3. Abschn. 5. Kapitel besprochen). Ob Eiche oder Buche vorwüchsig ist, läßt sich nicht allgemein angeben [15]). In der Jugend wächst meist die Eiche rascher, wird aber von der Buche im Stangenholzalter oft eingeholt, mindestens so hart bedrängt, daß einzeln stehende Exemplare sich im umgebenden Buchenbestande nur zu halten vermögen, wenn ihnen durch Freihieb seitens der Wirtschaft ausgiebigste Hilfe gewährt wird. Letztere muß schon im Gertenholzalter einsetzen und durch alle Lebensalter des Bestandes andauern: eine im großen Betrieb sehr weit gehende Forderung, welcher nicht ohne oft beträchtliche Kosten, jedenfalls aber nur bei größter Aufmerksamkeit und Ausdauer des Wirtschaftspersonals genügt werden kann. Horstweises Einbringen der Eiche (Horste von beträchtlicherem Umfang am meisten empfohlen) in Gestalt des Vorbaues (am besten durch Saat) sichert deren Herauswachsen inmitten des später sich einstellenden Buchenaufschlags; man kommt aber zu reinen Beständen, welche demnächst unterbaut werden müssen [16]).

c) Lichthölzer unter einander:

Besondere Fälle sind z. B. Birke, Eiche ꝛc. eingesprengt in die Kiefernbestände armer Sandböden, wo man sich, um überhaupt etwas Laubholz zu erziehen, mit dieser an sich höchst zweifelhaften Mischung begnügen muß. Sodann: Erle mit Esche, auch Birke ꝛc. auf nassen Standorten u. a. m.

Bestände aus Kiefer und Eiche in der Form abwechselnder breiter Streifen aus den beiden Holzarten sind füglich als entsprechend viele schmale reine Bestände zu betrachten. Die Eichenstreifen, welche meist höheres Alter erreichen sollen, müssen unterbaut werden.

C. Holzartenwechsel.

§ 13. Da die Holzarten verschiedene Ansprüche an die Mineralbestandteile des Bodens machen, so läge der Gedanke nahe, ob nicht durch regelmäßigen Holzartenwechsel in dem Sinne, wie die Landwirtschaft einen Fruchtwechsel eintreten läßt, von einem bestimmten Boden dauernd die höchstmöglichen Erträge an Forstprodukten erzielt werden könnten. Vorausgesetzt, daß die hierbei für einen konkreten Fall etwa in Wahl kommenden Holzarten im übrigen wirtschaftlich gleichwertig wären, ließe sich gegen einen solchen Wechsel an sich nichts einwenden. Aber einmal ist jene Voraussetzung in den weitaus meisten Fällen nicht zutreffend, und sodann ist der Wechsel der Holzart als Regel mindestens keine

---

15) Ed. Heyer (cfr. u. a. Zeitschrift f. Forst- u. Jagdwesen, Novbr. 1886) führt das thatsächlich oft raschere in die Höhe wachsen der Eiche gegenüber der Buche auf die geringere Empfindlichkeit der Eiche gegen Frost, bezw. das bessere Ueberwinden der Frostschäden zurück; in frostfreier Lage (Nord-, Westhänge) sei die Buche in der Jugend vorwüchsig.

16) Vergleiche Gayer „Die neue Wirtschaftsrichtung in den Staatswaldungen des Spessarts“ 1884.

Notwendigkeit, weil — bei einer den Boden sorgsam pflegenden Wirtschaft — durch den relativ sehr geringen und je nur in langen Zeiträumen erfolgenden Entzug an Mineralstoffen keine so weit gehende Schwächung der Bodenkraft stattfindet, daß bei wiederholter Anzucht der gleichen Holzart ein Nachlassen im Ertrag oder gar völliges Versagen zu befürchten wäre. Wo freilich die nötige Bodenpflege fehlt, wo insbesondere rücksichtslose Streunutzung, unbedachte Verlichtung der Bestände u. s. w. das fernere Gedeihen einer irgend anspruchsvollen Holzart zweifelhaft machen, da kann die Vermittelung einer minder begehrlichen Holzart angerufen werden müssen. Derartige durch eine Notlage herbeigeführte Holzartenwechsel lassen sich vielfach nachweisen. Ebenso tritt in vielen Fällen eine wertvollere Holzart an Stelle einer minderwertigen (Verwandlung von Buche in Nadelholz), ein Vorgang, welcher stets gerechtfertigt ist, wenn damit unzweifelhaft eine dauernd höhere Rentabilität des Waldes herbeigeführt wird. Solche und ähnliche, durch Rücksichten der Wirtschaftlichkeit des Forstbetriebs gebotene besondere Maßnahmen sind immerhin nicht geeignet, einen Holzartenwechsel, den übrigens auch die Natur nicht oder nur ausnahmsweise vollzieht, als Regel zu empfehlen. Nicht unbeachtet darf bleiben, daß Mischbestände allgemein als geeignetes Mittel gegen einseitige Inanspruchnahme der Bodenkraft angesehen werden müssen.

IV. Wirtschaftliche Bedeutung der Holzarten[17].

§ 14. Zur Erreichung der in der Einleitung kurz skizzierten Ziele aller waldbaulichen Operationen sind die einzelnen Holzarten in sehr verschiedenem Maße geeignet. Ihre wirtschaftliche Bedeutung beruht hauptsächlich auf der Massen- und Wertserzeugung, letztere bedingt durch die Verhältnisse des Holzmarktes, ferner auf der Arbeitsgelegenheit, welche eine Holzart bietet, auf ihrem Verhalten gegen den Boden, auf der Art der Betriebsführung, bezw. Wirtschaftseinrichtung, soweit dieselbe durch die Holzart beeinflußt ist, auf der Art und dem Umfang gewisser an sie geknüpfter Nebennutzungen, auf ihrer Widerstandsfähigkeit gegen Gefahren, sowie endlich auf ihrer Tauglichkeit, bestimmten besonderen Anforderungen (Schutzwald u. dergl.) zu genügen.

1) Massen- und Wertserzeugung: Für die auf der Massen- und Wertserzeugung beruhende Wertschätzung einer Holzart entscheidet in erster Linie deren Verbreitungsgebiet. Es gibt Holzarten, welche schon vermöge ihres ausgedehnten Vorkommens den Markt beherrschen, bezw. anderen, die nur in beschränktem Umfange an der Bestockung unserer Waldungen teilnehmen, an Bedeutung weit überlegen sind. Besonders wertvolle Eigenschaften und dementsprechend hoher Preis werden eben doch immer nur in Verbindung mit der Masse wirksam; das größte Produkt aus Masse und Preis ist ausschlaggebend. Von den in Deutschland heimischen Holzarten sind Kiefer, Buche, Fichte die verbreitetsten. Oertlich (auf größeren oder kleineren Einzelgebieten) sind die Verhältnisse sehr verschieden. Hie und da tritt die Weißtanne stark in den Vordergrund[18].

Ganz Deutschland hat (auf 13 900 611 ha Wald = 25,78% der Gesamtfläche)

Nadelholz 65,5%, wovon	Kiefer	42, 6 „
	Fichte und Tanne	22, 6 „
	Lärche	0, 3 „
Laubholz 34,5%, wovon	Buche	14, 7 „
	Eichenhochwald	3, 5 „
	Eichenschälwald	3, 1 „
	Mittelwald	6, 5 „ ꝛc.

17) Zu vergleichen: Weber „Die Aufgaben der Forstwirthschaft“ (Handbuch I), insbes. § 31 (S. 59 ff.) „Die Forstwirthschaft vom privatwirthschaftlichen Gesichtspunkte aus betrachtet“.

18) cfr. u. a. die Erörterungen in Borggreve's Holzzucht S. 35 ff. Im übrigen gibt die Statistik der einzelnen Länder die etwa gewünschte spezielle Auskunft.

Die Massenerzeugung ist absolut, die Wertsbildung stets relativ zu bemessen, d. h. letztere ist abhängig nicht nur von der thatsächlichen Brauchbarkeit einer Holzart für einen gegebenen Verwendungszweck, sondern von dem Marktpreis derselben, welcher wesentlich durch das Verhältnis von Angebot und Nachfrage bedingt ist. Alle Preisbestimmungsgründe kommen dabei in Betracht, insbesondere wird die Konkurrenz der Surrogate (Kohle, Torf ꝛc. für Brennholz, Eisen, Steine für Bauholz) wirksam [19]). Bekanntlich haben sich die Bedingungen des Holzmarktes in den letzten Jahrzehnten bedeutend verändert: Nutzholzwirtschaft im Gegensatz zur Brennholzerzeugung ist die Losung der waldbaulichen Produktion [20]), was gleichbedeutend ist mit der relativ hohen Wertschätzung und dementsprechend immer weiter schreitenden Ausdehnung des Gebietes der ausgesprochenen Nutzholzarten im Vergleich namentlich zur Buche, welche als spezifische Brennholzart mehr und mehr an Terrain verliert und im raschen Verlauf des Umwandelungsprozesses wohl noch viel weiter zurückgedrängt werden würde, wenn nicht ihre trefflichen Eigenschaften in bezug auf die Bodenkraft die Einbuße, welche sie am Holzwert effektiv erlitten hat, wenigstens zum Teil zu paralysieren berufen wären. Holzarten, welche mit der größten Wahrscheinlichkeit dauernd ihren Wert auf dem Holzmarkte bewahren werden, weil ihre Nutzholzqualität unbezweifelt ist und bleiben wird, sind z. B. Eiche, Esche, Lärche. Dieselben sind aber bezüglich einer gedeihlichen Entwickelung meist an sehr bestimmt umgrenzte Bedingungen (bes. bezüglich des Standorts) gebunden und deshalb nicht als Träger besonders weitgehender Umgestaltungen in der Physiognomie des Waldes geeignet. Dagegen müssen einige Nadelhölzer, wie vorab Kiefer und Fichte als solche bezeichnet werden, welche vermöge ihrer verhältnismäßigen Anspruchslosigkeit und der Leichtigkeit ihres Anbaues im Verein mit einer sehr hohen Nutzfähigkeit allerdings so umfängliche Gebiete teils schon erobert haben, teils noch okkupieren können, daß der ganze Charakter ausgedehnter Waldgebiete dadurch verändert wird. Thatsächlich und auch ganz naturgemäß ist, — obwohl auch die Tanne eine Schmälerung ihres Gebietes zu verzeichnen hat, — vorzugsweise der Besitzstand der Buche gefährdet; dieselbe ist auf weiten Gebieten durch die genannten Nadelhölzer ersetzt worden und wird, wo die augenblicklichen Preisverhältnisse maßgebend sind, unweigerlich auch einen noch weitern Rückgang erfahren. Doch ist es ebenso gewiß sehr am Platz, wenn sich gewichtige Stimmen [21]) warnend erheben, um ein allzu allgemeines Verdrängen der Buche zu verhüten. Niemand bezweifelt die höhere Nutzfähigkeit der Nadelhölzer; selbst wenn letztere schließlich (wegen fehlender Absatzgelegenheit namentlich für schwächere Sortimente) zum Teil ins Brennholz geschnitten werden müßten, würde ihre in einer gegebenen Zeit pro Flächeneinheit erzeugte größere Masse wohl immer noch das ersetzen, was die Buche an Brennwert pro Masseneinheit vor ihnen voraus hat. Aber man sollte keinesfalls zu weit ausgedehnte reine Nadelholzwaldungen schaffen. Ist die Buche auch im reinen Bestand nicht mehr allgemein existenzberechtigt, so sollte man sich doch möglichen Veränderungen der wirtschaftlichen Lage gegenüber (eventuell gänzlich veränderte Absatz- und Transportbedingungen ꝛc.) den Rückweg offen halten, indem man derselben wenigstens die gebührende Stelle im gemischten Walde gönnt, zumal sie durch ihre schon mehrfach erwähnte überaus günstige Einwirkung auf den Boden diese Rücksichtnahme stets reichlich lohnt. Gerade die mangelnde Sicherheit bezüglich der Vorausbestimmung der zukünftigen wirtschaftlichen Verhältnisse in ihrer Gesamtheit mahnt uns, gemischte Bestände überhaupt thunlichst zu begünstigen. Die übrigen Laubhölzer — außer der Buche und der wegen besonderen Wertes ohnehin anders zu beurteilenden, oben schon genannten Eiche und Esche — bedürfen, weil sie meist ihre ganz spezifische Nutzbarkeit besitzen (z. B. Birke für Geschirrhölzer, Erle zu

19) Weber a. a. O. § 35—38.
20) Zu vergl. Wagener in Allg. Forst- u. Jagd-Zeitung von 1887 S. 7 ff.
21) z. B. Gayer neuestens in seiner mehr citierten Schrift: „Der gemischte Wald“.

Cigarrenkisten, Aspe für die Papierfabrikation) und für den großen Betrieb kaum einmal als mitherrschende Holzarten, sondern meist nur in ganz untergeordnetem Maße in Frage kommen, der besonderen Fürbitte weit weniger. Uebrigens ist auch eine gelegentlich gesteigerte Nutzholzverwendung für die Buche keineswegs ausgeschlossen. 2) Arbeitsgelegenheit: Hierüber enthält Handbuch I Bd. I, § 39—41 die nötigen Angaben. Ist auch für den Waldbau ein direktes Motiv bei Bemessung seiner Maßnahmen aus dem Umstande, ob eine Holz- oder Betriebsart mehr oder weniger umfängliche Arbeitsgelegenheit bietet, in der Regel nicht abzuleiten, so läßt sich dieses Moment doch auch wieder nicht von den übrigen wirtschaftlichen Beziehungen, von den Rücksichten, welche der Gesamtbetrieb zu nehmen hat, einseitig loslösen; der Waldbau muß vor seinen Entscheidungen über den engen Kreis seiner eigensten Interessen hinaus Umschau halten, um einerseits für seine Arbeiten stets genügende Kräfte verfügbar zu haben und andererseits auch wieder vorhandenen Kräften die erwünschte Bethätigung zu gestatten und dieselben dadurch dem Walde zu erhalten. Dabei kommen in erster Linie die mit der Begründung, Erziehung, Ernte eines Holzbestandes verknüpften Arbeiten in Betracht; daneben aber auch solche, welche durch die Gewinnung gewisser Nebennutzungen (Waldfeldbau, Hackwald, Harznutzung u. s. w.) bedingt sind, sowie diejenigen, welche sich schließlich an das Rohprodukt anlehnen, bezw. sich bei dessen Verwendung beteiligen. Daß sich die Holz- und Betriebsarten in diesen Beziehungen sehr verschieden verhalten, erhellt aus den späteren Abschnitten. 3) Verhalten der Holzarten gegen den Standort: Die Erörterungen zu III, A S. 524 ff. geben über die einschlägigen Beziehungen Aufschluß. Es sei an dieser Stelle nur wiederholt hervorgehoben, daß bei aller waldbaulichen Thätigkeit die Bodenpflege auch um deswillen vorangestellt werden muß, weil wir kein Recht haben, etwa zu gunsten der Gegenwart demnächst der Zukunft in Gestalt eines geschwächten Bodens einen minder leistungsfähigen Kapitalteil zu hinterlassen, als wir ihn von der Vergangenheit überkommen haben. — 4) Wirtschafseinrichtung: Von der absoluten Ertragsziffer (Etat) abgesehen, sind es hauptsächlich zwei Fragen, welche den Zusammenhang der Holzart mit der Forsteinrichtung andeuten, nämlich: 1) für welche Betriebsart (Hochwald, Niederwald, Mittelwald ꝛc.) eignen sich die verschiedenen Holzarten, bezw. wie werden sie verjüngt? und 2) werden dieselben in reinen oder in gemischten Beständen angezogen? Daß der Femelwald und alle demselben sich nähernden Betriebsformen im Gegensatz zu schlagweiser Behandlung, und daß ebenso gemischte Bestände im Gegensatz zu reinen[22]) die Forsteinrichtung erschweren, steht außer allem Zweifel; der Nachweis dafür ist übrigens an anderer Stelle zu führen. Es wird auch nicht beanstandet werden wollen, wenn dieser Umstand bei der Würdigung der einzelnen Holzarten mit berücksichtigt wird. Dagegen wäre es natürlich verkehrt, wenn bestimmte Vorteile einer Betriebsform oder Holzartenmischung irgend einer starren Forsteinrichtungsregel zum Opfer gebracht würden, da natürlich die waldbaulich höchste Leistung des Forstes stets erste und wichtigste Forderung an die Wirtschaft sein muß. Ein passender Ausgleich zwischen den hie und da sich widerstreitenden Interessen wird in den meisten Fällen unschwer gefunden werden können. — 5) Nebennutzungen: An ganz bestimmte Holzarten sind direkt gebunden z. B. Lohrinde, Harz, Mast, Futterlaub u. a. m.; durch Vermittelung der Betriebsart hängen mit der Holzart zusammen z. B. Produkte des Waldfeldbaues, die landwirtschaftlichen Nutzungen im Hackwald, Gräserei in Pflanzkulturen u. dgl. — 6) Widerstandsfähigkeit gegen Gefahren: Die ad 1 Abschnitt II, 4, S. 523 angedeuteten Beschädigungen können den wirtschaftlichen Wert einer sonst recht schätzbaren Holzart unter Umständen, bezw. für bestimmte Oertlichkeiten so herunterdrücken, daß man auf ihre Anzucht

22) Vergleiche auch 1. Abschnitt III, B, 1. S. 528 dieser Abhandlung.

geradezu verzichten muß. So verbietet sich z. B. in wildreichen Forsten hie und da der Anbau der Esche, der Weißtanne vollständig, obwohl dieselben ohne die Gefährdung durch Schälen oder Abäsen hohen Ertrag erwarten ließen; in ausgesprochenen Schneebruchlagen hat man möglichst mit der Kiefer fern zu bleiben; dem Sturm besonders exponierte Orte taugen nicht für die Fichte u. s. w. Auch hier darf wieder daran erinnert werden, wie vielfache Gelegenheit, solche Gefahren abzuschwächen, durch geeignete Holzartenmischung gegeben ist. — 7) Besondere örtliche Anforderungen: Dahin gehört z. B. eine gewisse Anpassung an die Bewirtschaftungsweise umgebender Waldungen, sofern es sich um kleinere Enklaven handelt (z. B. ein sturmgefährdeter Fichtenbestand inmitten eines größeren Schälwaldgebietes); ferner die Rücksichtnahme auf Servituten, deren Befriedigung häufig eine bestimmte Holzart fordert; sodann eine Reihe spezieller wirtschaftlicher Aufgaben, wie die Anzucht von Faschinenhölzern, Böschungsbefestigungen u. s. w.

Im allgemeinen kann die thatsächliche Verbreitung der Holzarten als Maßstab derjenigen wirtschaftlichen Bedeutung dienen, welche ihnen beigelegt wird, mit der Einschränkung natürlich, daß für die Wertschätzung seitens der Gegenwart nur die unter unsern Augen entstehenden Jungbestände beweiskräftig sind, während alle älteren Hölzer nur bezüglich der Anschauung der Zeit, in welcher sie begründet sind, ein Urteil zulassen. Entscheidend für den Betrieb im großen ist, wie wir rekapitulierend nochmals hervorheben, immer nur die kleine Anzahl von Holzarten, welche ausgedehnte Gebiete (eventuell auch in reinen Beständen) einnehmen, d. h. Kiefer, Buche, Fichte, Tanne. Alle übrigen Holzarten, selbst die Eiche, sind, so sehr sie auch, örtlich oder allgemein für bestimmte Verhältnisse, unsere Aufmerksamkeit in Anspruch nehmen, doch in ihren Existenzbedingungen jenen herrschenden Holzarten gegenüber meist äußerst beschränkt, so daß an ein ungebührliches Breitmachen derselben nie zu denken ist. Um so mehr sollte man ihnen da, wo ihre Anzucht ohne greifbare Benachteiligung anderer Interessen zulässig erscheint, einen Platz anweisen, um dem Walde die in den verschiedensten Beziehungen so schätzenswerte Mannigfaltigkeit zu erhalten, oder, wo sie verloren wäre, wieder zu verschaffen.

Zusatz: Die Einführung ausländischer Holzarten betreffend[23]).

§ 15. Im deutschen Walde haben sich einige Holzarten, welche aus fremden Ländern zu uns gekommen sind, das Heimatsrecht erworben, wie beispielsweise die Weymuthskiefer. Da und dort hat man schon seit lange versucht, auch andere, insbesondere amerikanische Hölzer bei uns einzubürgern, man ist aber über vereinzelte derartige Versuche in Parks meist nicht hinausgekommen. Die Thatsache nun, daß eine Anzahl fremder Hölzer, welche unseren heimischen auf dem Nutzholzmarkte bedenkliche Konkurrenz machen, Klimaten entstammen, welche den unsrigen ähnlich sind, regte die Erwägung an, ob nicht wenigstens einige jener Exoten bei uns mit Vorteil eingeführt werden könnten, so daß, wenn auch erst mit Wirkung in der Zukunft, jener Konkurrenz des Auslandes entgegengearbeitet werden würde. Der Gedanke ist sicherlich nicht zu verwerfen, und es gehört zu den waldbaulichen Aufgaben des forstlichen Versuchswesens der nächsten Zeit, die Bedingungen festzustellen, unter welchen ein derartiges Unternehmen erfolgversprechend sein möchte. So hat sich denn auch der Verein deutscher forstlicher Versuchsanstalten der Frage bemächtigt und seit mehreren Jahren solche Anbauversuche mit ausländischen Holzarten eingeleitet[24]). Erste Voraussetzung ist, daß die betreffenden Holzarten unser Klima ertragen; entscheidend sind dabei

---

23) Vergl. John Booth: Die Naturalisation ausländischer Waldbäume in Deutschland. Berlin 1882. — Bezügliche Erörterungen finden sich auch in den neuesten Jahrgängen fast aller forstlichen Zeitschriften.

24) Arbeitsplan für Anbauversuche mit ausländischen Holzarten, sowie Arbeitsplan für Untersuchung des forstl. Verhaltens ausländischer Holzarten vergl. Ganghofer: Das forstliche Versuchswesen II. Bd. S. 169 und 191.

namentlich die niedrigen Wintertemperaturen (bezw. hohen Temperaturdifferenzen), auf welche wir zeitweise rechnen müssen. Ferner kann sich eine fremde Holzart auf einem bestimmten Standort in Konkurrenz mit der für denselben passenden heimischen nur dann behaupten, wenn sie entweder besseres oder mehr Holz liefert, beides unter Berücksichtigung des Faktors „Zeit", oder wenn sie gegen gewisse Gefährdungen widerstandsfähiger ist, bezw. sonst in waldbaulicher Beziehung (Schutz- und Treibholz, leichter Anbau, bedeutende Reproduktionskraft u. dgl.) irgend welche hervorragende Eigenschaften hätte. Außer den amerikanischen Holzarten hat man neuestens auch japanesische einbezogen [25]). Sorgfältiges Studium des Verhaltens derselben in ihren Heimatländern, wie es in letzter Zeit seitens der bayerischen Regierung unternommen worden ist [26]), wird jedenfalls sehr förderlich sein, insbesondere manchen, vielleicht in seiner ersten Einleitung schon verfehlten Versuch verhüten können. Wichtig scheint u. a. schon die Provenienz des Samens zu sein [27]). Aus der ziemlich langen Reihe solcher Holzarten, welche zu Anbauversuchen empfohlen sind, seien beispielsweise hier von Nadelhölzern nur Abies Douglasii und Pinus rigida, von Laubhölzern Quercus rubra, Juglans- und Carya-Arten genannt.

Zweiter Abschnitt.

Die Bestandesbegründung.

Der Abschnitt bespricht die Art, wie unter den verschiedensten Verhältnissen Bestände begründet werden. Demnächst hat die „Bestandeserziehung" (dritter Abschnitt) aus den Jungwüchsen haubare Bestände heranzubilden [28]).

Erstes Kapitel.

Allgemeine Gesichtspunkte.

I. Arten der Begründung und ihre wirtschaftliche Bedeutung.

A. Arten.

§ 16. Man unterscheidet natürliche und künstliche Bestandsbegründung; bei jener ist das Material dazu auf der Fläche bereits vorhanden oder wird von der Natur auf dieselbe gebracht, während bei dieser menschliche Arbeit das Kulturmaterial herbeischafft. Die natürliche Bestandsbegründung vollzieht sich entweder durch Samen (durch Abfall desselben von auf oder neben der Fläche stehenden Bäumen) oder durch Ausschlag (Bildung von Wurzel-, Stock- oder Schaftloden). Die künstliche Begründung erfolgt entweder durch Saat oder durch Pflanzung.

B. Wahl der Art der Bestandesbegründung.

Zunächst ist zu entscheiden, ob natürliche oder künstliche Verjüngung eintreten soll; danach ist innerhalb dieser beiden Hauptgruppen von Verjüngungsmethoden die Auswahl im einzelnen zu treffen.

Die Entscheidung ist bedingt durch Standort und Holzart (cfr. Erster Abschnitt), dann insbesondere durch den Wirtschaftszweck, durch das Verhältnis von Aufwand und Erfolg, sowie durch den Umstand, ob auf der Fläche schon Wald vorhanden war oder nicht. In letzterem Falle kann, wenn man von der seltenen Möglichkeit einer Randbesamung (von seitlich stehenden

25) Luerssen: Die Einführung japanischer Waldbäume in die deutschen Forste. Notizen für die geplanten Anbauversuche; Zeitschr. f. Forst- und Jagdwesen 1886 S. 121, 251, 313, 442, 545 ff. — Arbeitsplan, betr. japan. Holzarten siehe Jahrb. d. preuß. Forst- etc. Gesetzgb. 1887, S. 19.

26) Vergl. Mayr: Die Heimath der Douglastanne (Allg. Forst- u. Jagd-Zeitung v. 1886 S. 61 ff.) und Derselbe: Japanische Waldverhältnisse (Allg. Forst- u. J.-Z. 1886, S 353 ff).

27) John Booth a. a. O. S. 121 ff.

28) Bezüglich der Grenze zwischen Begründung und Erziehung der Bestände ist die Vorbemerkung zum dritten Abschnitt zu vergleichen.

Bäumen her) absieht, nur künstliche Bestandesbegründung in Betracht kommen. Das gleiche gilt, wenn die Fläche zwar bereits mit Wald bestockt war, aber ein Holzartenwechsel beabsichtigt wird. So oft jedoch die nämliche Holzart auf einer Fläche nachgezogen werden soll, treten allgemein die natürliche und künstliche Bestandesbegründung in Konkurrenz. Beide werden unter Umständen vereint angewendet, indem künstliches Einbringen von Samen oder Pflanzen die auf natürlichem Wege bereits entstandenen oder noch zu erwartenden Jungwüchse vervollständigt.

1. Natürliche oder künstliche Bestandesbegründung?

§ 17. Wenn nicht bestimmte Ursachen die künstliche Begründung des neuen Bestandes fordern, kann und soll man die natürliche Verjüngung wählen, weil, so lange man auf dem Wege, welchen die frei wirkende Natur einschlägt, das durch die Wirtschaft gesteckte Ziel genügend rasch und sicher erreichen kann, zunächst nicht abzusehen ist, weshalb man jenen Weg verlassen soll. Immerhin ergibt sich in sehr vielen Fällen eine Entscheidung zu gunsten künstlicher Bestandesbegründung und zwar hauptsächlich nach Maßgabe folgender Erwägungen: a) die natürliche Verjüngung durch Ausschlag ist ausgeschlossen bei den Nadelhölzern. — b) Soll die nat. V. bei irgend welcher Holzart durch Samen erfolgen, so muß eine je nach den Umständen größere oder geringere, jedenfalls genügende Anzahl von Samenbäumen zu Gebote stehen, welche das Material liefern. Man ist also an das Vorhandensein und das Masttragen dieser (der Mutterbäume) gebunden, und es leuchtet ein, daß durch Ausbleiben oder Fehlschlagen einer Mast Störungen im Verjüngungsbetrieb veranlaßt werden können, Verzögerungen in der Schaffung junger Bestände, welche unter Umständen den Gang der ganzen Wirtschaft beeinflussen (Abweichungen von der normalen Umtriebszeit, Ersatz des an Haubarkeitsnutzungen zu liefernden Hiebsquantums durch Vorgriffe, stärkere Durchforstungen u. s. w.). Sind auch solche Störungen im einzelnen meist nicht von Belang, so können sie sich doch in unangenehmer Weise häufen (mehrmaliges Vernichten der Blüte durch Frühjahrsfröste ꝛc.), so daß die künstliche Verjüngung (in diesem Falle ein Kind der Not) einspringen muß. Letztere kann wohl auch die notwendige Folge von solchen Kalamitäten wie Insektenfraß, Schneebruch, Sturm ꝛc. werden, welche den betreffenden Waldort in einem Stadium der Entwickelung treffen, in welchem er noch nicht verjüngungsfähig ist, oder ihm die erforderliche Zahl tauglicher Samenbäume genommen haben oder an unvorhergesehener Stelle so bedeutende Einschlagsmassen häufen, daß der normale Fällungsgang unterbrochen werden muß und dadurch die planmäßige Benutzung eines eintretenden Samenjahres vereitelt wird. — c) Stehen, wie in der Regel, die Mutterbäume auf der Kulturfläche selbst, so beschatten, bezw. überschirmen sie (je nach Art, Zahl, Verteilung in verschiedenem Maße) die jungen Keimpflanzen, und wenn auch letzteren dadurch während ihrer ersten Jugendentwickelung meist ein nur wohlthätiger, ja notwendiger Schutz gewährt wird, so können doch manche Holzarten (Lichthölzer) allgemein, andere in bestimmten Lagen diese Beschirmung nicht oder nur kurze Zeit hindurch vertragen. Hieraus ergibt sich für eine Anzahl von Fällen [29]) die künstliche Verjüngung auf vorher geräumter Fläche als Erfordernis.

Die Ansichten darüber, wie mit Rücksicht auf die Erfordernisse der einzelnen Holzarten die Grenzlinie zwischen natürlicher und künstlicher Verjüngung zu ziehen sei, gehen auseinander [30]). Daß Schattenhölzer allgemein durch Samenabfall natürlich verjüngt werden können, steht (entsprechende Bestandesbeschaffenheit vorausgesetzt — Alter, Zahl und Verteilung der Samenbäume) außer Zweifel; ebenso, daß diejenigen derselben, welche in der Jugend gegen Frost und Hitze empfindlich sind (Tanne, Buche) und deshalb in der Regel eines Schutzbestandes bedürfen, meist mit dem größeren Vorteil auch wirklich natürlich verjüngt werden (künstliche Verjüngung auf der Kahlfläche oder event. unter zu Hilfenahme eines durch eine andere Holzart erst beschafften Schutzbestandes ist Ausnahme!). Andererseits sind unbedingte Lichthölzer (wie

---

29) Die Präzisierung derselben folgt aus dem 4. Kapitel dieses Abschnittes „Bestandesbegründung bei den einzelnen Holzarten".

30) Zu vergl. u. a die Verhandlungen der Versammlung deutscher Forstmänner zu Frankfurt a/M. 1884 über das Thema: „In welchem Stadium befindet sich dermalen die Frage der natürlichen Verjüngung"? Versammlungsbericht bei Sauerländer, Frankfurt a/M. 1885.

z. B. die Lärche) von der natürlichen Verjüngung so gut wie ausgeschlossen, während eine Anzahl von Holzarten die Mitte halten, bezw. je nach Lage der Umstände bald natürlich bald künstlich verjüngt werden. Dahin gehört von Schattenhölzern die Fichte, von Lichthölzern z. B. die gemeine Kiefer und die Eiche. Je besser der Standort, um so eher ist im allgemeinen die natürliche Verjüngung durch Samen möglich, weil das Schattenerträgnis der Lichthölzer in besseren Lagen meist ein gesteigertes ist (z. B. reichlicher Eschen- und Eichenanflug auf frischen, kräftigen Böden unter oft noch sehr dichtem Schirmdach der Mutterbäume). — Aehnlich erhöht größere Luftfeuchtigkeit die Möglichkeit natürlicher Verjüngung. — Verhältnismäßig hohes Schattenerträgnis der Kiefer Schlesiens. Rauhe Lagen, steile Hänge, steinige Partien, Böden, welche starken Unkrautwuchs erwarten lassen, fordern meist natürliche, nasse Orte meist künstliche Bestandesbegründung. Näheres bei Behandlung der einzelnen Holzarten, siehe 4. Kap. dieses Abschn.

d) Außer im Falle der Randbesamung stehen Kahlschlagbetrieb und künstliche Verjüngung in Zusammenhang. Doch sollte Kahlschlag nur in wenigen Fällen, in welchen etwa die waldbaulichen Maßnahmen von einem bestimmten Prinzip der Forsteinrichtung (Schlageinteilung) abhängig gemacht werden wollen, die Ursache der künstlichen Bestandesbegründung, vielmehr in der Regel nur die Folge der zu derselben drängenden Gründe (entschiedenes Lichtbedürfnis der Holzart, Waldfeldbau rc.) sein. Schirmschlag- und Femelschlagbetrieb und noch mehr Femelbetrieb, Niederwald und Mittelwald operieren meist mit Beschaffung ihrer Jungwüchse auf natürlichem Wege. — e) Bei der künstlichen Bestandesbegründung ist (insbesondere bei der Pflanzung) eine gleichmäßigere Verteilung der jungen Individuen auf der Fläche möglich, woraus sich auch eine gleichmäßigere und bei lichterem Stande raschere Entwickelung der Einzelstämme von Jugend auf ergibt. Einsprengen von Mischhölzern in einen Grundbestand in regelmäßiger Verteilung meist künstlich. — f) Auch der Kostenaufwand ist in manchen Fällen (Waldfeldbau, arme Böden, seltene und nicht ergiebige Samenjahre, umfangreiche Nachbesserungen im Falle natürlicher Verjüngung rc.) bei künstlicher Kultur (einfaches Verfahren mit schwachen Pflänzlingen!) geringer, obwohl eingeräumt werden muß, daß im allgemeinen gerade im Sinne der Kostenersparnis die natürliche Bestandesbegründung den Vorzug verdient. Jede Kulturausgabe belastet den Bestand, mit Zins und Zinseszins bis zum Abtrieb anwachsend, so daß möglichste Ersparnis geboten ist. Erstmaliger Aufwand und Kosten etwaiger Nachbesserungen sind stets zu kombinieren. Immerhin muß vor allem der vollkommene Kulturerfolg gesichert sein. —

Die Frage, ob künstliche oder natürliche Verjüngung, bedarf also sehr oft der besonderen örtlichen Untersuchung, da uns die Zweifelsfälle, in welchen beide Arten möglich sind, in großer Zahl und äußerst vielseitiger Gestalt entgegentreten. Ausschlaggebend ist der nach den vorstehend angedeuteten allgemeinen Gesichtspunkten unter gleichmäßiger Berücksichtigung aller konkurrierenden Momente zu bemessende wirtschaftliche Gesamteffekt. Oertliche Gewohnheit und durch diese bestärkte Vorurteile bilden nicht selten für sachgemäße Aenderungen schwer zu überwindende Hindernisse.

2) Künstliche Bestandesbegründung insbesondere. Wahl zwischen Saat und Pflanzung.

§ 18. Entscheidend ist wiederum der Kulturerfolg in Verbindung mit dem durch denselben bedingten Aufwand. Im einzelnen kommen folgende Punkte in Betracht: a) die Sicherheit. Neben der Qualität des Kulturmaterials (Samen bei der Saat, Pflänzlinge bei der Pflanzung), welche aber, da überhaupt nur mit gutem Material operiert werden darf, hier nicht als Grund pro oder contra verwertet werden kann, ist die Witterung der ersten, auf die Ausführung der Kultur folgenden Jahre in Beziehung zur Beschaffenheit des Bodens und der Lage bedingend. Schädlich wirken insbesondere Witterungsextreme, wie andauernde Trockenheit, Hitze, zu große Nässe, Fröste u. s. w. Zwar sind beide Arten, Saat- und Pflanzkulturen, dadurch benachteiligt, aber nicht immer in gleichem Maße. Trockenheit z. B., ebenso wie Hitze, wird, obwohl alles auf die Zeit ihres Eintritts ankommt, doch Pflänzlingen mit tiefgehenden Wurzeln oft weniger bedenklich als Keimlingen; das gleiche gilt von Frösten, soweit es sich um das Ausfrieren handelt.

Platzregen dürften an steilen Hängen durch Abschwemmen einer Saat häufiger Schaden bringen als einer Pflanzung. Starker Schneefall, längeres Liegenbleiben des Schnees kann einer jungen Saat, die vollständig überdeckt wird, durch Druck und Lichtentzug eher nachteilig werden, als einer Pflanzung. Im großen und ganzen möchten, wenn auch solche meteorische Einwirkungen sowohl nach ihrer Art als nach dem Grad ihrer Schädlichkeit nicht anders als im Sinne eines auf örtlicher Erfahrung beruhenden Wahrscheinlichkeitsschlusses in Rechnung gezogen werden können, Saaten doch mehr gefährdet erscheinen als Pflanzungen. Letzteres gilt weiterhin bezüglich des Unkrautwuchses. — Auf nassen, sowie auf sehr trockenen oder mageren Böden ist meist die Pflanzung, auf sehr steinigen die Saat vorzuziehen. — Größere Sicherheit muß für die Pflanzung insbesondere bei solchen Holzarten in Anspruch genommen werden, welche, wie Kastanie, Esche, Ahorn u. s. w. besonderer Pflege bedürfen. Man zieht dieselben zunächst in Forstgärten an. — b) Die Entwickelung der jungen Kultur: Der bei einer gut aufgehenden Saat von vornherein meist verhältnismäßig dichte Stand der Pflanzen kann, wenn nicht Unkräuterwuchs dies verhindert, raschen Schluß der Kultur, bezw. baldige Bedeckung des Bodens bewirken. Doch ist durch sehr dichten Stand die Entwickelung der Einzelpflanze gehemmt. Andererseits hat die Pflanzung je nach dem Alter der verwendeten Pflänzlinge einen größeren oder geringeren Vorsprung, welcher ihr — obwohl wegen des, auch bei sorgfältigster Ausführung der Pflanzkultur, fast immer eintretenden zeitweiligen Kränkelns der Pflanzen und dadurch bedingten Zuwachsverlustes kaum im vollen Betrag zu bemessen (am vollständigsten bei jungen Pflänzlingen) — namentlich bei geringer Pflanzweite raschere Bodenbedeckung sichert. Dabei ist eine normalere Entwickelung der einzelnen Individuen durch deren geringere Zahl und gleichmäßige Verteilung ermöglicht. Auf die Art und den Umfang der Zwischennutzungen (Reinigungshiebe, erste Durchforstungen 2c.) kann man durch entsprechende Wahl der Pflanzentfernung in beliebiger Weise einwirken. Gestatten oder verlangen Saatbestände vermöge ihres dichten Schlusses oft früher als Pflanzungen eine Holznutzung, so besteht letztere doch anfänglich zumeist in geringem, wenig wertvollem Material. — c) Kostenaufwand: Beschaffung des Kulturmaterials und Kosten der Kulturausführung wirken zusammen, je bei der ersten Anlage und bei etwaigen Nachbesserungen. Es fragt sich zunächst, ob zur Saat guter Samen billig zu haben ist oder nicht, und analog für die Pflanzung, mit welchem Aufwand die erforderliche Zahl tauglicher Pflänzlinge beschafft werden kann. Begreiflich liegen die Umstände von Fall zu Fall oft sehr verschieden. Reiche Masten begünstigen die Saat, während hoher Samenpreis, sowie nicht genügende Samenmenge zur Pflanzung drängen, oft durch Vermittelung der Pflänzlingszucht auf besonders bereiteten Stellen. Hat man in natürlichen Verjüngungen oder auf Saatflächen genügendes Pflanzenmaterial kostenlos verfügbar, so wird man dasselbe benutzen; muß dasselbe erst besonders angezogen werden, so kommt die Art, wie dies geschieht (besondere Forstgärten, Anzucht unter Schutzbeständen 2c.), in Betracht. Bezüglich der Ausführung ist zu erwägen, ob und welche Bodenvorbereitungen nötig sind. Durch solche werden insbesondere Saaten oft nicht unbeträchtlich verteuert, während nicht minder gewisse Pflanzverfahren (Hügelpflanzung als Beispiel) an umfängliche Vorarbeiten geknüpft sind. Die Aussaat selbst geht meist rasch und damit ohne große Kosten von statten. Jedenfalls ist eine Kultur mit älteren, stärkeren Pflanzen immer teuer sowohl hinsichtlich der Beschaffung der letzteren als auch in Absicht auf die Ausführung, während sich die Pflanzung mit jungem, schwachem Material unter Wahl eines einfachen, rasch fördernden Verfahrens, namentlich auch wegen der meist hohen Sicherheit des Erfolgs, oft als überaus billige Kulturmethode darstellt. Oertliche Erfahrung gibt über den für Nachbesserungen, Kulturpflege (Bekämpfung des Unkrauts, Abhaltung schädlicher Tiere 2c.) in Aussicht zu nehmenden Kostenaufwand Aufschluß. Ueberdies ist der oben erwähnte Altersvorsprung

einer Pflanzung jeweilig mit in Rechnung zu bringen. — d) Die für die Kulturausführung verfügbare Zeit: Da dieselbe oft (Gebirg, rascher Uebergang vom Winter in den Sommer) knapp bemessen ist, so kann die Schnelligkeit des Vollzugs mitbedingend werden, zumal wenn Arbeitskräfte nicht in beliebiger Zahl zu haben wären. Etwaige Bodenvorbereitung kann oft vor der eigentlichen Kulturzeit vorgenommen werden. Die Saat ist in diesem Punkte häufig, aber längst nicht immer der Pflanzung überlegen. — e) Rücksicht auf gewisse Nebennutzungen: Grasnutzung, event. auch Viehweide, ist — wenn überhaupt auf die durch Entzug mineralischer Nährstoffe jedenfalls schädliche Entnahme von Futtergewächsen abgehoben werden will — in Pflanzkulturen im allgemeinen eher ausführbar, als in den unregelmäßiger bestandenen Saaten. — f) In gewissen besonderen Fällen des Kulturbetriebs, wie z. B. Anlage von Alleen, Hecken, Uferbefestigungen, Weidenhegern, wird nur Pflanzung gewählt. — g) Die Maßregeln der Bestandeserziehung (Durchforstungsbetrieb insbesondere) werden durch die Methode der Bestandesbegründung, wenn bei letzterer nicht extreme Verhältnisse (z. B. besonders weiter Pflanzverband gegenüber einer engen Saat) vorliegen, meist nur im Jugendalter der Bestände beeinflußt; jedenfalls verschwindet ein etwaiger Unterschied (größere oder geringere Schwierigkeit einer gleichmäßigen Schlagstellung rc.) spätestens im Stangenholzalter. — Im Durchschnitt aller zu beachtenden Faktoren ergibt sich wohl beim Vergleich von Saat und Pflanzung ein kleines Plus zu gunsten der letzteren. Aber auch hier sind die zweifelhaften Fälle neben denen, deren Entscheidung einfach liegt, so zahlreich, daß von Aufstellung genereller Regeln wiederum Abstand genommen werden muß.

C. Historisches.

§ 19. Thatsächlich ist im Hochwalde die natürliche Verjüngung vielfach durch die künstliche Bestandesbegründung, sowohl durch die Saat als die Pflanzung, verdrängt und zwar auch in Fällen, in welchen natürliche Verjüngung recht wohl möglich wäre. Der Grund liegt hauptsächlich in der relativ hohen Sicherheit vieler Methoden der künstlichen Verjüngung, sowie in dem Umstande, daß man den Vorgang der Bestandesbegründung unabhängig von dem mehr oder minder zufälligen Eintreffen gewisser Vorbedingungen (wie der Mast für natürliche Besamung, Vorhandensein eines wenigstens annähernd normalen Altholzbestandes u. s. w.) in jedem beliebigen Zeitpunkte einleiten und durchführen kann.

Selbstredend ist die natürliche Verjüngung die älteste Methode der Bestandesbegründung. Bis in die zweite Hälfte des vorigen Jahrhunderts findet man außer in den Fällen absoluter Notwendigkeit (Blösenanbau rc.) künstlichen Holzanbau nur wenig, hatte auch nach Lage der Umstände (Bedeutung der Jagd, niedrige Holzpreise u. s. w.) keinen Anlaß, für Kulturen besondere Aufwendungen zu machen. Mit dem Vordringen des schlagweisen, zunächst des Femelschlag- und Schirmschlag-Betriebes an Stelle des reinen Femelwaldes kam die künstliche Kultur, wenn auch vorerst nur als Unterstützung der natürlichen Verjüngung, mehr und mehr in Aufnahme und erlangte endlich im Kahlschlagbetrieb die Herrschaft, wobei, wie konstatiert werden muß, zunächst die taxatorische Rücksicht, welche in dem auf Anbahnung größerer Uebersicht und Ordnung in der ganzen Wirtschaft gerichteten Streben gelegen ist, zu gunsten des Kahlschlagbetriebs als maßgebendes Motiv vor den rein waldbaulichen Erwägungen den Vorrang behauptete. Hie und da ist man in der Wertschätzung der künstlichen Bestandesbegründung entschieden zu weit gegangen; man ließ sich vielenorts mehr und mehr zur bedingungslosen Verfolgung dieser einseitigen Richtung verleiten, so daß mancherlei wirtschaftliche Mißstände nicht ausbleiben konnten, und es ist wohl begreiflich, wenn man neuestens vielfach um so entschiedener zur natürlichen Verjüngung zurückzukehren sich anschickt. Daß wir uns in der Gegenwart

einer der letzteren unzweifelhaft günstigen Strömung gegenüber befinden, erhellt aus der jüngsten Waldbaulitteratur, bezw. den durch die neuesten waldbaulichen Werke (insbes. Gayer's Waldbau, Borggreve's Holzzucht u. a.) angeregten Debatten, sowie aus der Behandlung einschlägiger Probleme in einer ganzen Reihe von Forstversammlungen der letztvergangenen Jahre [31]). Da übrigens die bezügliche Diskussion ebensosehr, wenn nicht vornehmlich dem vierten Abschnitt, der von den Betriebssystemen handelt, angehört, so sei näheres Eingehen auf dieselbe letzterem überwiesen.

II. Reihenfolge der Kulturen.

§ 20. Bei der Bestimmung derselben kommt es immer dann, wenn die Kürze der Kulturzeit, die Beschaffenheit des Kulturmaterials und die Rücksicht auf die verfügbaren Arbeitskräfte den Wirtschafter in seinen Dispositionen beschränken, darauf an, diejenigen Arbeiten zunächst zu bedenken, welche entweder an einen bestimmten Zeitpunkt gebunden sind oder sich als die für den Gesamtwirtschaftsbetrieb wichtigsten erweisen. Im allgemeinen gilt der Grundsatz, Nachbesserungen vor allem vorzunehmen, da dieselben, wenn verschoben, meist nur mit größeren Kosten und oft nur mit geringerer Aussicht auf Erfolg ausgeführt werden können. Dasselbe gilt von der Einsprengung von Mischhölzern in die Schläge. Im übrigen ist denjenigen Kulturflächen, auf welchen Bodenverschlechterung zu befürchten ist, die nächste Sorge zuzuwenden, während außerdem solche Flächen baldmöglich mit einem Bestande zu versehen sind, welche den größten Zuwachs versprechen, deren zeitweiliges Liegenlassen also den größten Verlust mit sich bringen würde. Geeignete Verteilung der Arbeiten auf Herbst und Frühjahr ist geboten. Man beachte überdies, daß manche Holzarten (Lärche u. a.) verpflanzt sein sollten, bevor sie ihre Knospen öffnen, während mit anderen (Fichte) noch ohne besonderen Nachteil kultiviert werden kann, nachdem sie schon kleine Triebe gebildet haben [32]). Im allgemeinen stellt man im Frühjahr gern die Pflanzungen den Saaten voran.

III. Rücksichten auf die Bestandeserziehung.

§ 21. Solche sind ad B, II, 1, e und 2, b und g bereits angedeutet. Sie finden ihren Ausdruck in dem „Maße der Bestandesdichte", für dessen Wahl übrigens daneben auch Rücksichten der Bodenpflege, des Forstschutzes, der Forstbenutzung, der Rentabilität, sowie der Betriebsart bestimmend sind. Bodenpflege und Bestandeserziehung sind nicht zu trennen, da erstere für eine gute Bestandesentwickelung die unerläßliche Bedingung ist. Dieselbe erfordert im allgemeinen möglichst baldigen Bestandesschluß, insbesondere auf trockenen, mageren, exponierten und zu Unkrautwuchs neigenden Standorten. Hier wird man also in der Regel dichter säen und pflanzen. Man wird insbesondere bei der Kultur mit langsamwüchsigen Holzarten auf einen von vornherein dichteren Stand der Pflanzen abheben. Das nämliche gilt als Regel vom Hochwald im Vergleich mit dem Niederwald, ebenfalls mit Rücksicht auf die gewünschte Bestandesentwickelung. Eigentlich maßgebend sind in letzter Linie die Absatzverhältnisse. Kann man, wie häufig in der Nähe großer Städte, auch geringes Zwischennutzungsmaterial gut verkaufen, so wird ein engerer Stand der Jungwüchse unter Umständen lohnend, der in verkehrsarmer Waldgegend als Verschwendung erscheinen müßte. Lebhafter Handel mit Bohnenstecken und insbesondere Hopfen-

---

31) Vergl. Bericht über die XIII. Versammlung deutscher Forstmänner zu Frankfurt am Main 1884 (Verlag von Sauerländer 1885), insbes. S. 48 ff. Referat von Lorey über das Thema: „In welchem Stadium befindet sich dermalen die Frage der natürlichen Verjüngung". Daselbst sind u. a. auch eine Anzahl Aeußerungen aus der neuesten Litteratur, sowie aus Versammlungs-Verhandlungen angeführt.

32) Vergl. Dr. Walther: „Wann sollen wir die Nadelhölzer verpflanzen"? Allg. F. u. J.-Z. v. 1887, S. 112 ff.

stangen sind Veranlassung, auf reichlichen Anfall dieser Sortimente, event. durch dichtere Pflanzung, hinzuarbeiten. Dichter Stand in der Jugend liefert überdies astfreie, gerade und vollholzige Schäfte [33]), wogegen freierer Stand ein rascheres Erstarken der Einzelindividuen zur Folge hat und hierdurch unter Umständen die größere Massen- und Wertsproduktion bewirkt wird. Die Beachtung gewisser Nebennutzungen, welche, wie z. B. Gras, bei lichterer Stellung reichlicher anfallen, spielt meist eine untergeordnete Rolle.

IV. Beziehungen zum Forstschutz und zur Forstbenutzung.

§ 22. Unter ersteren mögen die Rücksichten auf Schneedruck in vorderster Linie genannt werden, sofern Jungbestände vor der ersten Reinigung besonders dann hierunter zu leiden haben, wenn sie sehr dicht geschlossen erwachsen und infolge dessen die einzelnen Pflanzen nicht gehörig erstarkt sind. Im weitern Verlauf hat die Bestandeserziehung einzutreten (zu vergl. u. a. dritter Abschnitt Kap. 1 u. 2). Dagegen bietet dichter Stand eine gewisse Sicherung gegen die Beschädigungen durch Wild, sofern dann (z. B. beim Abäsen und Schälen durch Rotwild) mehr Hoffnung ist, daß eine zur Bestandesbildung genügende Anzahl unbeschädigter Pflanzen übrig bleibt. Außerdem ist u. a. auch die Frage der Aneinanderreihung von Kulturflächen, zeitweises Liegenlassen derselben ohne Bebauung mit Rücksicht auf Insektenschäden (Rüsselkäfer) eine solche, durch welche Bestandesbegründung und Forstschutz in Beziehung zu einander treten.

Die Forstbenutzung wird insbesondere beim Holzerntebetrieb berührt: Fällung, Herausschaffen des Holzes an die Schlagränder u. s. w. An dieser Stelle sei besonders hervorgehoben, wie wichtig es im Sinne leichten Holztransportes ist, die dafür nötigen Wege, soweit sie noch fehlen, bereits bei Vornahme der Kulturen vorzusehen. Ist die Hege herangewachsen, so bereitet das Abstecken der Wege oft große Schwierigkeiten, wie sie, so lange man über die junge Kultur hinwegblicken kann, nicht vorhanden sind.

V. Rücksichten der Forsteinrichtung.

§ 23. Solche kommen, wie bereits früher angedeutet wurde, einmal in Betracht bei der Wahl zwischen künstlicher und natürlicher Verjüngung und zwar als Beziehungen, welche in der Hauptsache durch die Wahl der Betriebsart vermittelt werden; sodann bei der Schlaganlage, also bei der Reihenfolge, in welcher die einzelnen Bestände in Verjüngung zu nehmen sind. Die bezüglichen Momente sind in der Forsteinrichtung des Näheren zu erörtern. In erster Linie wird dabei neben der Beschaffenheit der Bestände (Weiserprozent) die Sturmgefahr (Verjüngung der herrschenden Windrichtung entgegen, Deckung durch vorliegende Bestände, event. zeitige Loshiebe), dann aber auch der Holzabsatz (Verteilung desselben auf verschiedene Orte eines Reviers, gleichmäßig leichte Bedarfsbefriedigung für umwohnende Konsumenten ꝛc.), die Beweglichkeit der ganzen Wirtschaft (Operieren mit einer Mehrzahl kleinerer Objekte, zahlreiche Hiebszüge) u. s. w. maßgebend.

Zweites Kapitel.

Natürliche Bestandesbegründung.

Vorbemerkung. Die allgemeinen Gründe für und gegen natürliche Verjüngung sind im ersten Kapitel dieses Abschnitts ad I, B, 1 (§ 17) angegeben worden. Die Vorfrage lautet immer: ist die Bestandesbegründung auf natürlichem Wege überhaupt möglich? Aus der Bejahung folgt dann aber noch keineswegs, daß sie auch rätlich sei. Dieselbe etwa durch überlanges Abwarten erzwingen zu wollen, wäre ein ebenso großer Fehler, wie der Verzicht auf dieselbe da, wo sie

33) Nicht auch längere! Zu vergl. hierüber u. a. von Guttenberg „Ueber den Einfluß des Bestandesschlusses auf den Höhenwuchs und die Stammform", österr. Vierteljahrsschrift v. 1886 S. 103 ff.

uns ohne besondere Kosten einen guten Nachwuchs oder gar Bestände liefern würde, welche den auf andere Weise begründeten überlegen sind.

A. Natürliche Verjüngung durch Samen.

I. Kahlschlag mit Randbesamung.

§ 24. Die Mutterbäume, in geeigneter Zahl und Beschaffenheit, insbesondere also im samenfähigen Alter — (Mannbarkeit; bei jeder natürlichen Samenverjüngung am besten weder zu früh, d. h. so lange die Bäume schwach und unregelmäßig fruktifizieren, noch erst sehr spät im überhaubaren Alter benutzt, wo dann die räumlichere Stellung im Verein mit Bodenverwilderung oft ein Hindernis für normale Verjüngung bietet) — stehen seitlich an der Kulturfläche. Man erwartet das Ueberfliegen der Samen auf dieselbe, was aber nur für leichte, besonders für beflügelte Samen (Nadelhölzer, Ahorn, Esche, Hainbuche), mit hinreichender Sicherheit zu unterstellen ist. Ueberdies dürfen nur successive schmale Absäumungen am Rande des Samenbestandes (in der Windrichtung; am Hang womöglich von oben nach unten) stattfinden; meist stellt sich eine ungleichmäßige Ansamung auf der Fläche ein. Schwierigkeit durch inzwischen angesiedelte Unkräuter, Stockausschläge (oft recht hinderlich!) u. s. w.; gleichwohl findet man diese Art der Verjüngung hie und da in kleinem Umfange mit Erfolg durchgeführt, wenn die Erfahrung ihre Zulässigkeit nachgewiesen hat oder wenn die Umstände den Aufwand für künstliche Kultur nicht gestatten, während man doch (etwa aus Rücksichten der Holzbringung) von dem Kahlhieb nicht absehen möchte.

Als ein Spezialfall der Randbesamung sind die sog. Koulissenhiebe zu betrachten, bei welchen zum Zweck der Verjüngung streifenweise abwechselnd 10—30 m breite Kahlhiebe geführt und Bestandesteile stehen gelassen werden. Von letzteren ausgehend soll die Besamung der Kahlstreifen stattfinden. Daß dies, wenn Mastjahre und günstige Witterung zu rechter Zeit eintreten, sowie Unkrautwuchs, Bodenverödung ꝛc. nicht hinderlich wird, mit Erfolg geschehen kann, ist zuzugeben. Ebenso sicher ist aber auch, daß die geschlossen bleibenden Bestandespartien, welche mit Rücksicht auf die Bewegung des Samens meist mit der Breitseite dem Winde entgegenstehen, oft allen Chikanen der Sturmgefahr preisgegeben und überdies in sich zunächst nicht mit den Bedingungen einer guten Naturbesamung ausgestattet sind; selbst wenn man, um gleichzeitig mit der von ihnen ausgehenden Randbesamung für sie selbst zu sorgen, einen normalen Samenschlag aus ihnen stellen wollte, wäre das Resultat ungewiß. Es wäre u. a. fraglich, ob das erzeugte Samenquantum für die Gesamtfläche ausreichen würde. Kommt nun hinzu, daß thatsächlich die Kulturerfolge mittelst der Koulissenhiebe auch bezüglich der Kahlstreifen vielfach nicht befriedigen (Mangelhaftigkeit insbes. an den Rändern, Holzabfuhr, Insekten u. s. w.), so bleibt ein Grund, dieselben zu empfehlen, kaum übrig, man geht vielmehr besser entweder vollständig zur Freikultur oder zur Samenschlagstellung für die ganze Fläche über. (Neuestens hat Borggreve — Holzzucht S. 126 ff. — auf Grund der Beobachtung, daß man während der letzten 10—20 Jahre in den norddeutschen Kieserebenen mehrfach in größerem Umfang dem Koulissenhieb in der Praxis der Kiefernverjüngung Raum gewährt habe, sehr energisch gegen denselben Front gemacht. — Zu vergleichen übrigens Danckelmanns Bemerkungen hierzu, Zeitschr. f. F. u. Jagdwesen, S. 66 ff. von 1887.)

II. Die Mutterbäume stehen auf der Kulturfläche.

§ 25. 1. Allgemeines. Die Mutterbäume dienen nicht nur der Begründung des neuen Bestandes durch ihren Samenabfall, sondern beschirmen auch den jungen Aufschlag. Wesentlich von dem Einfluß dieser Ueberschirmung hängt es ab, ob man von der Eigenschaft der Altholzstämme, Samen auszustreuen, überhaupt Gebrauch machen will oder nicht. Jener Einfluß läßt sich aber folgendermaßen definieren[34]): Er trifft den Boden und trifft die den Boden bekleidenden Pflanzen, in specie also auch die Holzpflanzen, auf deren Nachzucht wir abheben. Ueberdies wird das Tierleben auf der Kulturfläche durch das Vor-

34) Zu vergl. Borggreve, „Holzzucht“ S. 74 ff. Daselbst findet sich eine sehr vollständige Andeutung der Einzelmomente, welche zur „Gesamtwirkung der Beschirmung“ zusammentreten. Der Vielgestaltigkeit der Kombinationen gegenüber ist eine allseits erschöpfende Behandlung kaum denkbar. Immerhin lassen sich gewisse, stets wiederkehrende und allgemein festzuhaltende Gesichtspunkte nicht schwer gewinnen.

handensein eines Kronenschirms von Mutterbäumen berührt. 1) Der Boden. Im großen und ganzen ist der Einfluß der Ueberschirmung günstig, es sei denn in sehr nassen Lagen, deren Wasserüberschuß fortgeschafft werden muß. In Betracht kommen hauptsächlich die Wirkungen der Sonne, der atmosphärischen Niederschläge, der Winde, und zwar sämtlich in Absicht auf Bodenwärme und Bodenfeuchtigkeit (und damit im Zusammenhang auf Humuszersetzung u. s. w.). Der Kronenschirm der Mutterbäume hält die Sonnenstrahlen vom Boden ab, hindert die intensive Erwärmung, aber auch die Austrocknung desselben. Ebenso wird durch die Baumkronen ein Teil der atmosphärischen Niederschläge vom Boden ferngehalten; der Zutritt des Windes zum Boden ist gehemmt, wodurch dem letzteren die Feuchtigkeit besser bewahrt bleibt. — 2) Die jungen Holzpflanzen. Zu Sonne, Niederschlag und Wind gesellen sich die Wärmeausstrahlung gegen den Luftraum, der Anspruch des Oberstandes an das Nährstoffkapital des Standorts, die Unkräuter und die Tiere. a) Die Sonne wirkt durch Licht und Wärme. Wie sich diese beiden in die Gesamtleistung teilen, ist noch nicht genügend aufgeklärt. Jedenfalls kommt aber in physiologischer Beziehung dem Licht ein ganz hervorragender Anteil an der Sonnenarbeit zu. Im Licht wachsen unsere Holzpflanzen sämtlich besser als im Schatten oder Halbschatten, vorausgesetzt, daß alles zu ihrer freudigen Entwickelung Nötige, also namentlich Wasser in genügender Menge vorhanden ist, durch welches die austrocknende (starke Verdunstung ꝛc.) Wirkung der zugleich mit dem Licht thätigen Sonnenwärme paralysiert wird. b) Wenn die atmosphärischen Niederschläge den Holzpflanzen durch den Kronenschirm zum Teil entzogen werden, so ist zwar diese Wirkung nicht ganz allgemein als eine nachteilige zu bezeichnen, ja sie kann in längeren Regenzeiten (z. B. auf kalten, undurchlassenden Thonböden) als eine günstige angesehen werden. Immerhin aber muß in sehr vielen Fällen, in welchen die Rätlichkeit einer natürlichen Verjüngung bezweifelt wird, wie z. B. für die Kiefer auf Sandboden, die Zurückhaltung der atmosphärischen Niederschläge durch die Baumkronen zu den bedenklichen Umständen der Ueberschirmung gerechnet werden. Entscheidend ist der Wasserbedarf der nachzuziehenden Holzart und hier wieder die Frage, ob in den kritischen Zeiten längerer Trockenheit überhaupt nur durch einen Schirmstand oder in welchem Maße etwa durch einen solchen besser für die Erhaltung der nötigen Feuchtigkeit gesorgt wird. Daß im allgemeinen unter dem zusammenhängenden Kronenschirm der Mutterbäume mehr Feuchtigkeit verfügbar und damit die Gefahr durch Trockenheit geringer ist, darf wohl als wahrscheinlich angenommen werden. c) Der Wind wirkt auf die Holzpflanzen austrocknend. d) Die Wärmeausstrahlung kommt einmal in Betracht wegen der Spätfröste (klarer Himmel, ruhige Luft), sodann wegen der Thaubildung. Die Wirkung des Kronenschirms ist ersteren gegenüber unzweifelhaft günstig (jedenfalls eines der wichtigsten, für viele Lokalitäten das entscheidende Moment), wogegen die Beeinträchtigung der Thaubildung nachteilig ist. e) Die Beteiligung der Mutterbäume und andererseits der Forstunkräuter am Nährstoffkapital des Standorts (Wurzel- und Luftraum) muß, sobald eine gewisse Grenze überschritten wird, den jungen Holzpflanzen nachteilig werden. Geht man davon aus, daß der geschlossene Bestand alles, was an Nährstoffen verfügbar ist, für sich ausnutzt, so gestattet erst eine Durchlichtung desselben die Entstehung eines Jungwuchses; doch genügt hiefür (d. h. nur im Sinne unmittelbarer Ernährung) eine sehr mäßige Schlußunterbrechung. Alsbald tritt dabei auch die Konkurrenz seitens der Forstunkräuter auf, welche bei jeder stärkeren Lichtung, auf gutem wie auf schlechtem Boden, bedenklich werden können. Durch Beschirmung lassen sich die meisten derselben — (Ausnahme: die Heidelbeere) — bekämpfen. Daß die schädigende Wirkung der Unkräuter, außer auf der Inanspruchnahme der Nährstoffe und insbesondere der Feuchtigkeit des Bodens, auch auf der Beschattung (Verdämmung) der Holzpflanzen beruht, scheint unzweifelhaft; in welchem Maße das Eine und das Andere der Fall ist, kann überhaupt nicht und am wenigsten all-

gemein angegeben werden[35]). Je nach der Art des Unkrautes kann dasselbe den Schutz der Holzpflanzen gegen Frost, Austrocknung zc. übernehmen. f) Bezüglich schädlicher Tiere ist an die durch Ueberschirmung geminderte (event. verhütete) Gefahr durch Mäuse, Engerling, Rüsselkäfer zu erinnern.

Nach vorstehenden Andeutungen möchte es scheinen, als ob der Kronenschirm der Mutterbäume im großen und ganzen, bezw. in den weitaus meisten Fällen der Entwickelung des Jungwuchses förderlich sei, d. h. es würde hieraus die natürliche Verjüngung als Regel zu folgern sein; immerhin kann der Freihieb durch vermehrte Niederschläge, Thaubildung, Licht und Wärme im speziellen Falle günstig wirken. Man hat aso zu erwägen, welche Momente wohl jeweils die wichtigsten sein werden, bezw. welche derselben in dem allein entscheidenden Gesamteffekt der Beschirmung, in welchem die vielgestaltigsten Einzelwirkungen vereinigt sind, nach Lage der Umstände einen vorwiegenden Einfluß äußern werden.

Die ganze Frage ist, wie S. 538 schon angedeutet wurde, überhaupt nur hinsichtlich eines Teils unserer Holzarten eine kritische, sofern bei Tanne und Buche kaum Jemand ohne Not von der natürlichen Verjüngung Abstand nehmen wird, während man solche Holzarten wie Lärche, Esche, Ahorn u. a. wohl unzweifelhaft meist durch Pflanzung an die Orte bringen wird, wo man ihrer bedarf. Auch die Eiche ist keine für die allgemeine Entscheidung -- pro oder contra natürliche Verjüngung — maßgebende Holzart. Dagegen liegt bei der Fichte die Möglichkeit der natürlichen Verjüngung vor und, wo man von letzterer abgeht, müssen die Gründe angegeben werden. Die weitaus erheblichsten Zweifel gegenüber der auf natürliche Verjüngung gerichteten Forderung treten uns bei der Kiefer entgegen, deren Jungwüchse im allgemeinen keines besonderen Schutzes gegen Frost und Hitze bedürfen und sich im vollen Lichtgenuß unzweifelhaft freudiger entwickeln als unter einem nur einigermaßen dichten Kronenschirm. — Alles nähere über die einzelnen Holzarten im 4. Kapitel dieses Abschnittes.

In Bezug auf die allgemeinen Gesichtspunkte sei nur wiederholt daran erinnert, daß allein in der Durchführbarkeit einer natürlichen Verjüngung deren vollgiltige Motivierung noch nicht liegen kann; dieselbe darf vielmehr, um gerechtfertigt zu erscheinen, keinenfalls weniger leisten als die künstliche Bestandesbegründung, und als Maßstab dient die Gesamtwertserzeugung auf gegebener Fläche unter voller Berücksichtigung des Faktors „Zeit", bezw. Umtriebszeit. Dies sei hauptsächlich deshalb nochmals betont, weil neuerdings mehrfach für längeres Warten auf natürliche Besamung (bes. im Kiefernschirmschlag) plaidiert wird, indem für zeitweiliges Fehlschlagen derselben auf den Lichtungszuwachs am Oberstand als einen genügenden Ersatz hingewiesen wird. Ist dieses bewußte, lange Zuwarten gleichbedeutend mit Verlängerung der Umtriebszeit über die normale Dauer hinaus — (ob dieselbe an sich hoch oder niedrig bemessen ist, kommt dabei nicht in Betracht) —, so ist es allgemein zu verwerfen; denn ebenso wenig, wie der Wald der Umtriebszeit wegen da ist, darf die Ordnung und Ueberſichtlichkeit und die in einer (irgendwie) bestimmten Umtriebszeit ihren Ausdruck findende höchste Rentabilität geopfert werden der natürlichen Verjüngung zu Liebe. Wo letztere nur zweifelhaften Erfolg verspricht, darf nicht bloß die künstliche Verjüngung unter Schirmstand, sondern auch der Kahlschlag in vielen Fällen die Konkurrenz ganz beruhigt aufnehmen. Die Losung: „Fort mit jedem Kahlschlag"! ist jedenfalls als eine einseitige Auffassung waldbaulicher und gesamtwirtschaftlicher Verhältnisse anzusehen und beruht auf weitgehender Nichtbeachtung umfangreicher wirtschaftlicher Erfolge!

Die natürliche Verjüngung durch einen auf der Fläche stehenden Mutterbestand scheidet sich in die zwei charakteristischen Formen des Schirmschlagbetriebs[36]) und des Femelbetriebs.

35) Was die Unkräuter an Nährstoffen verbrauchen, kommt nicht aus dem Wald, sondern wird nur zeitweise gebunden. Die „Wurzelkonkurrenz" spielt unzweifelhaft wesentlich mit, wirkt aber sicherlich nicht allein. Adlerfarn holt z. B. seine Nahrung aus einer Tiefe, zu welcher die Wurzeln junger Holzpflanzen längst nicht hinuntergehen und bildet für deren Gedeihen gleichwohl oft ein bedeutendes Hindernis Ob's der Schatten an sich ist, der schädlich wirkt? doch vielleicht! Unsere Pflanzenphysiologen sind nicht entfernt so kühn, in dieser Frage auf grund des jetzigen Standes ihrer Wissenschaft zu behaupten: „so oder so ist's, anders kann's nicht sein". Da haben wir Forstleute gewiß auch Grund zur Vorsicht in unserem Urteil!

36) Femelschlagbetrieb Heyers; cfr. diesen Abschnitt, 1. Kap. I, A, 2.

§ 26. 2) Die Verjüngung im Schirmschlagbetrieb. Die einzelnen Stadien derselben lassen sich so charakterisieren, daß zunächst einige Zeit vor dem Abtriebsalter (= normale Umtriebszeit = Jahr der Schlagbesamung, wenn alles ganz normal, bezw. schematisch verläuft,) die Ueberführung des bis dahin regelmäßig durchforsteten Vollbestandes in den Zustand etwas stärkerer Kronendurchlichtung erfolgt — Vorhiebsschlag, Vorlichtungen; daß dann unmittelbar zum Zweck der Besamung ein weiterer Eingriff in die Bestandsmasse stattfindet — Samenschlag; endlich daß nach eingetretener Besamung, je der Entwickelung des jungen Aufschlags entsprechend, die Mutterbäume (früher oder später, langsamer oder rascher) entfernt werden — Auslichtungsschlag oder Nachlichtungshiebe. Man geht also von einem bestimmten Jahre aus, in welchem man die Besamung wünscht [37]). Die zum Zweck der Verjüngung auszuführenden Maßnahmen umfassen dann sowohl vor als nach diesem Zeitpunkt eine Reihe von Jahren, welche man in ihrer Gesamtheit den „Verjüngungszeitraum“ nennt. Der erste, über das Maß der normalen Durchforstung stattfindende Eingriff in den Bestand bezeichnet den Anfangs-, der Hieb des letzten Mutterbaumes den Endpunkt jenes Zeitraums. Die Fällungen während desselben erstrecken sich auf haubares Holz. Der Verjüngungszeitraum ist je nach den örtlichen Bedingungen bald länger bald kürzer. Die geringste Dauer desselben ist durch die Häufigkeit der Mastjahre (Fruchtbarkeitszeitraum) in Verbindung mit der Länge der Periode, während welcher der Aufschlag des Schutzes der Mutterbäume bedarf, gegeben; eine Erstreckung desselben ist insoweit möglich, als der Nachwuchs die Ueberschirmung in bestimmtem Maße ohne Not zu leiden noch verträgt. Eine solche Ausdehnung über das den besten Verlauf des Verjüngungsprozesses garantierende Maß hinaus findet ihre Begründung, wo sie beliebt wird, außerhalb des Gebietes des Waldbaues (z. B. längerer Bezug eines Lichtungszuwachses an den Mutterbäumen, Verteilung der Fällungen, Ausstattung der Perioden ꝛc.).

a) Der Vorbereitungsschlag. Der Uebergang aus den Durchforstungen in den Vorbereitungshieb, bezw. in die Vorbereitungshiebe — (denn sehr oft, ja meist werden die bezüglichen Fällungen nicht auf einmal vorgenommen) — kann ein allmählicher sein. Der Zweck ist, die für die Besamung besten Bedingungen herzustellen und zwar in Absicht auf den Boden sowohl wie auf den Bestand. Der letztere soll so beschaffen sein, daß er im Moment der Besamung nicht nur das für diese erforderliche Material an Mutterbäumen, sondern auch eine solche Anzahl von Stammindividuen enthält, wie sie für den dem Boden und demnächst dem jungen Aufschlag zu gewährenden Schutz nötig ist. Die auf Herbeiführung dieses Bestandeszustandes abzielenden Fällungen abzuschließen, ist später die Aufgabe des Besamungsschlages, ihn vorbereiten wollen die Vorhiebsschläge und zwar, indem sie durch allmähliche vorsichtige Durchlichtung des Kronenschlusses stärkere Kronenentwickelung der stehenbleibenden Stämme, erhöhten Zuwachs, event. reichliches Fruchttragen [38]), sowie größere Standfähigkeit derselben zu bewirken suchen. Hierbei greift der Hieb womöglich (d. h. ohne Löcher zu schaffen) zuerst solche Holzarten, welche zur Besamung nichts beitragen sollen (z. B. Hainbuchen in Mischbeständen mit der Rotbuche, wenn man demnächst keine oder nur wenige Hainbuchen im Jungwuchse wünscht). Außerdem werden schon beim Vorbereitungshieb, soweit thunlich, überalte, schwere Stämme entfernt, welche für eine gleich-

---

37) Daß dieselbe thatsächlich nicht immer gerade in diesem Jahre eintritt, sondern bald etwas früher bald etwas später erfolgt, bezw. daß man nicht auf das Einzeljahr, sondern auf einen durch örtliche Erfahrung bekannten bald längeren bald kürzeren Zeitraum, innerhalb dessen man durchschnittlich eine genügende Mast erwarten darf, alle auf die Verjüngung abzielenden Operationen einrichtet, bedarf kaum der Erwähnung. Für die Darstellung des normalen Verlaufs darf man aber anstandslos alles auf das normale Besamungsjahr beziehen.

38) Reichliches Fruktifizieren und Bildung eines starken Jahresringes schließen sich nicht immer aus; sonst müßte jedes Samenjahr sich rückwärts durch einen engen Jahresring nachweisen lassen.

mäßige Schlagstellung stets hinderlich sind. Die Besamung hat in der Hauptsache von den Stämmen der mittleren Klassen auszugehen. Schwaches Material ist zu erhalten, weil es meist zur Schaffung eines Schirmdaches trefflich geeignet ist und später, ohne besondere Gefährdung des Aufschlags durch die Fällung, leicht ausgezogen werden kann. Auch im Sinne gleichmäßiger Verteilung der Fällungen, der Etatserfüllung, wenn die Mast fehlschlägt, u. s. w. sind die Vorbereitungshiebe äußerst schätzenswert, mithin im allgemeinen nicht sowohl als eine „angängige oder bedingungsweise vorteilhafte", sondern als eine notwendige Maßregel zu betrachten, die uns insbesondere die erforderliche Beweglichkeit in der Wirtschaft sichert.

Gleichzeitig wird durch diese Hauungen auch eine Wirkung auf den Boden ausgeübt, da sich eine Unterbrechung des Kronenschlusses stets durch Veränderungen im Zustand der Bodenoberfläche (raschere Zersetzung der Streuschicht, Begrünung) kennzeichnet. Der Boden wird hierdurch oft erst für die Aufnahme des Samens empfänglich [39]).

Der Vorbereitungshieb erstreckt sich auf die demnächst in Samenschlag zu stellende Fläche. An den Schlagrändern ist der Bestand (gegen Sonne und Wind) besonders dunkel zu halten. Vorsichtige Fällung ist ebenso selbstverständlich, wie etwa die Verschonung der der Verjüngung entgegenzuführenden Bestände mit Streunutzung u. dgl.

b) Samenschlag: Wenn die Vorbereitungshiebe im Bestand noch nicht denjenigen Grad der Durchlichtung herbeigeführt haben, welcher für die eigentliche Besamung und demnächstige Beschirmung des Aufschlags während der ersten Zeit nach der Keimung erwünscht erscheint, wird durch einen besonderen Hieb, den sog. Besamungsschlag, nachgeholfen. Man könnte denselben grundsätzlich vielleicht den Vorbereitungshieben noch zuzählen und aus diesen unmittelbar zu den nach erfolgter Besamung nötig werdenden Nachlichtungen übergehen. Dadurch jedoch, daß der Besamungsschlag an ein bestimmtes Jahr, dasjenige des Masteintritts, geknüpft ist, während die Vorbereitungshiebe ohne Rücksicht auf dieses den Bestand nur ganz allgemein für die demnächstige Ausnutzung einer erhofften Mast tauglich machen wollen, unterscheidet er sich doch von denselben wesentlich. Die Vorbereitungshiebe sind, weil man nicht sicher voraus weiß, wann sich gerade die Mast einstellen wird, in der Regel noch nicht bis zu dem für die Besamung geeignetsten Maß der Durchlichtung vorgeschritten. Kommt ein Samenjahr, so besorgt alsbald der Besamungsschlag das noch fehlende. Auch hierbei ist Gleichmäßigkeit der Stellung anzustreben, und zwar soll der Eingriff in den Bestand nicht stärker sein, als daß die Keimung sicher von statten geht und sich der Aufschlag bis zur nächsten Nachlichtung, welche in der Regel nicht vor dem zweiten, auf die Besamung folgenden Jahre vorgenommen werden sollte, normal entwickelt. Den Keimpflanzen ist durch ein relativ dichtes Schirmdach die nötige Bodenfeuchtigkeit zu garantieren und jeder energische Kampf mit vordringlichen Unkräutern möglichst zu ersparen. Ein allgemein gültiges Maß läßt sich für die Schlagstellung nicht geben, weil dieselbe je nach Holzart, Bestands- und Standortsbeschaffenheit eine verschiedene sein muß. Insbesondere kommt es darauf an, wie weit man mit den Vorbereitungshieben schon gegangen war. Im großen Durchschnitt wird man eine brauchbare Stellung gefunden haben, wenn im Augenblick der Besamung noch etwa 0,7—0,6 des normalen Vollbestandes vorhanden sind. Modifikationen im einzelnen sind vorbehalten. Hochangesetzte Kronen z. B. welche mehr Seitenlicht zulassen, erfordern weniger starkes Eingreifen als kurzschaftiges Holz; doch stockt solches meist auf geringerem Boden, weshalb man wiederum vorsichtiger

39) Voraufgegangene starke Durchforstungen haben zwar in dieser Hinsicht meist schon genügend vorgearbeitet. Immerhin finden sich z. B. im geschlossenen Buchenort nicht selten Laubschichten von solcher Mächtigkeit, daß in ihnen zunächst zur rascheren Reduzierung derselben eine etwas lebhaftere Zersetzungsthätigkeit wachgerufen werden muß. Eventuell muß die Laubschichte teilweise entfernt werden. Hie und da teilweises Unterpflügen derselben — (Vogelsberg).

sein muß; Lichthölzer fordern, sofern man es mit der natürlichen Verjüngung bei ihnen versuchen will, immerhin eine etwas kräftigere Kronendurchbrechung als ausgesprochene Schattenhölzer wie z. B. die Tanne; gegen starken Unkrautwuchs hält man den Bestand dunkler, dichter Schluß kann ebenso für trockene und magere Böden, an steilen Hängen zur Erhaltung der Feuchtigkeit, wie unter Umständen gegen Ueberhandnehmen nasser Stellen (Carex brizoides in Buchenbeständen!) angezeigt sein.

Wie schon erwähnt wurde, ist der Samenschlag erst zu stellen, wenn auf das Eintreten der Mast mit Sicherheit gezählt werden darf. Seine Größe ist zumeist von dem häufigeren oder selteneren Vorkommen guter Mastjahre, d. h. von dem Fruchtbarkeitszeitraum (durchschnittliches Intervall zwischen zwei Mastjahren) abhängig und jeweils so zu bemessen, daß innerhalb der Umtriebszeit der gesamte Wald verjüngt wird. Von dem Fruchtbarkeitszeitraum unterscheidet sich der durch die Dauer der Ueberschirmungsbedürftigkeit des Jungwuchses bedingte Verjüngungszeitraum (siehe oben). Decken sich beide, so gestaltet sich der Vorgang der Verjüngung am übersichtlichsten. Kehren die Mastjahre in Zwischenräumen wieder, die kürzer sind als der Verjüngungszeitraum, so kann nicht jede Mast ausgenutzt werden. Jährliches Samentragen würde die Bildung von Jahresschlägen gestatten; anderenfalls wird eine entsprechende Anzahl von Jahresschlägen in einen Periodenschlag zusammengefaßt.

Das Anschlagen der Mast wird unter Umständen durch eine Bodenvorbereitung wesentlich gefördert: streifen- oder plätzeweises Wegrechen von Laub und Moos, Schweineeintrieb, Kurzhacken, Pflügen sind die hauptsächlichsten Mittel. Die Holzhauerei im Samenschlag sollte vor der Keimung beendet werden. Unterbringen des Samens durch die Arbeiten der Holzernte.

c) Auslichtungsschlag: In den nach der Besamung zu führenden Hieben liegt im allgemeinen die Hauptschwierigkeit bei der Leitung des Verjüngungsprozesses, weil man in jedem einzelnen Falle die Grenze zu bemessen hat, von welcher ab die wohlthätigen Wirkungen der Beschirmung durch den Nachteil längeren Zurückhaltens des Nachwuchses in seiner Entwickelung überboten werden. Der Gefährdung durch Frost, Hitze, Unkraut u. s. w. steht also das in verstärktem Lichtgenuß (bei genügender Bodenfeuchtigkeit) unzweifelhaft freudigere Herauswachsen des Aufschlags gegenüber, und so sehr sich einerseits Vorsicht in der Richtung empfehlen kann, daß man der sicheren Behütung vor jenen Gefahren den höheren Wert beimißt, so kann doch durch eine zu weitgehende Aengstlichkeit, welche den Jungwuchs zu lange unter dem Schirmdach der Mutterbäume kümmern läßt, ebensowohl viel geschadet werden. Sobald die Verjüngung planmäßig eingeleitet ist, wird deren bestmöglicher rascher Vollzug in erster Linie maßgebend; das Gedeihen des neuen Bestandes, nicht die thunlichst potenzierte Wertssteigerung im alten, ist von da ab für die Wirtschaftsführung bestimmend, wenn auch eine möglichst günstige Kombination beider Rücksichten stets anzustreben ist. Allmähliche Gewöhnung des Jungwuchses an freiere Stellung durch langsames Nachhauen im Mutterbestande wird sich vielenorts empfehlen, während in anderen Fällen ein beschleunigtes Tempo der Abräumungen erwünscht, ja notwendig sein kann (z. B. frostfreie Lagen im Gegensatz zu Frostlokalitäten, lichtbedürftige Holzarten gegenüber Schattenhölzern u. s. w.). Die örtliche Erfahrung ist zu befragen. Ganz von selbst wird die vollkommene Gleichmäßigkeit in der Schlagstellung bei den Nachhieben mehr und mehr verloren gehen. Einzelne Stellen werden früher oder vollständiger besamt sein als andere, auf einzelnen wird sich (infolge zufällig stärkeren Lichteinfalles ꝛc.) der Aufschlag kräftiger, unter Umständen zu förmlichen Vorwuchshorsten entwickelt haben; daß man diesen Partieen Luft macht, um sie noch mehr zu fördern; daß durch allmähliche von solchen früh verjüngten Partieen ausgehende Erweiterung der im Altbestande hierdurch entstehenden Lücken nach und nach die zwischenhinein noch stehenden Oberstandspartieen zusammenschrumpfen,

bis die vollständige Schlagräumung eintritt, leuchtet ein. Etwas anderes freilich ist es, ob man schon von vornherein (event. schon bei den Vorbereitungshieben) grundsätzlich auf solch ungleichförmiges, mehr plätzweises Vorschreiten der Verjüngung abheben soll — Löcherwirtschaft — so daß unter allen Umständen der neue Bestand in dementsprechend größere oder kleinere ungleichalterige Gruppen aufgelöst wird. Dies wird planmäßig erreicht, wenn man da und dort stärkere Eingriffe macht, während die zwischenliegenden Partieen noch intakt bleiben. Der Wald erhält, obwohl der Betrieb, — da sich die Hiebsführung immerhin nur in einer bestimmten Altersperiode bewegt und größere als dem Verjüngungszeitraum entsprechende Altersunterschiede innerhalb der einzelnen Gruppen des neuen Bestandes nicht entstehen, — ein Schirmschlagbetrieb bleibt, doch ein femelartiges Aussehen [40]. Größere unbesamte Lücken entstehen dabei nirgends, sondern nur kleine Löcher und schmale Absäumungen, deren Besamung sich leicht vollzieht. Als Vorzug einer solchen Ungleichförmigkeit wird größerer Zuwachs, bes. infolge bedeutenderer Boden- und Luftfrische bezeichnet. Ich habe mich, auch bei wiederholten Besuchen derartig behandelter Waldungen von der unbedingten Rätlichkeit dieser Wirtschaft, die vorzugsweise für Tanne und Fichte in Betracht kommt, noch nicht überzeugen können, möchte vielmehr meinen, daß eine durch den ganzen Bestand hindurch annähernd gleichmäßige und gleichzeitige Durchführung der Verjüngung — stets die erforderliche Durchlichtung im Kronenschirm vorausgesetzt — die nämliche Wertsproduktion an den gleichmäßig verteilten, sämtlich mit gehörigem Lichtungszuwachs arbeitenden Mutterbäumen erzielen müßte, und dabei ein allen Anforderungen entsprechender Nachwuchs erzogen werden könnte [41]. Jedenfalls kommt ein Zeitpunkt, in welchem der Jungbestand, sei es der gleichmäßig und gleichzeitig auf der ganzen Fläche, sei es der auf einzelnen Teilen derselben nacheinander erwachsene, energisch die Abräumung des Oberstandes fordert. Daß bei der Gruppenverjüngung durch die Verteilung mehr oder minder geschlossener kleiner Beständchen über die ganze Fläche hin vielfach bedenkliche Umstände (Frostgefahr, Gefährdung durch Stürme, Entzug der Niederschläge 2c.) herbeigeführt werden können, ist mindestens nicht ausgeschlossen. — Zu erwähnen ist noch, daß bei der Nachlichtung solchen Partieen, welche unbesamt geblieben sind, durch eine Unterbrechung im Kronendach oft am leichtesten geholfen werden kann, daß also solche Stellen im Bestande keineswegs immer besonders dunkel zu halten sind. Vorsichtiger Fällungsbetrieb, mit Rücksicht auf den Unterwuchs, ist geboten. Nachbesserung durch Saat oder Pflanzung, Einbringen von Mischhölzern, soweit es nicht mittelst Vorverjüngung (z. B. Eiche im Buchengrundbestand) schon erfolgt wäre, hat zugleich mit den Auslichtungen stattzufinden. Stocklöcher, im Falle der Rodung, bieten besonders geeignete Stellen zur Einpflanzung.

§ 27. 3) Die Verjüngung im Femelbetrieb: Ein im eigentlichen Femelbetrieb bewirtschafteter Wald unterscheidet sich seinem Wesen nach von dem mit langer Verjüngungsdauer femelartig (d. h. nicht gleichmäßig durch die ganze Fläche hin, sondern gruppen- oder horstweise) behandelten Schirmschlagbetrieb dadurch, daß in jenem alle Altersstufen (die Abstufungen im einzelnen von Jahr zu Jahr oder in größeren Zwischenräumen) vertreten sind, während, wie wir gesehen, im Schirmschlagbetrieb zur Gruppe je nur Stämme von solcher Altersverschiedenheit zusammengeordnet sind, welche in Maximo gleich der Verjüngungsdauer ist [42]. Hieraus ergibt sich bezüglich der Verjüngung im

40) Der Betrieb wird zum „Femelschlagbetrieb“. Man vergleiche übrigens den vierten Abschnitt (Betriebsarten), insbesondere dessen erstes Kapitel I, A, 2.

41) Vergl. Gayer: Der gemischte Wald, 1886; sowie Schuberg: Schlaglichter zur Streitfrage „schlagweiser Hochwald- oder Femelbetrieb“ im forstw. Centralbl. von 1886 S. 129 ff. und S. 193 ff. Diese Abhandlung von Sch., welche sich auf umfängliche exakte Untersuchungen stützt, ist, weil bestimmte Zahlen gegeben werden, sehr interessant; auf dieselbe wird bei Besprechung der Betriebsarten noch einzugehen sein.

42) Näheres siehe bei der Schilderung der Betriebsarten.

reinen Femelwald als charakteristisches Merkmal, daß der ganze Wald gleichzeitig — (ohne daß gerade in jedem einzelnen Jahre die gesamte Fläche betroffen wäre; wohl aber kehrt der Hieb stets in kurzen Intervallen auf die Einzelfläche wieder) — in wirtschaftlicher Behandlung steht; daß bald mit mehr, bald mit weniger Regelmäßigkeit kleinere und größere, ältere und jüngere Partieen mit einander abwechseln, indem da und dort die ältesten Stämme genutzt werden und an ihre Stelle Jungwüchse treten, um welche sich, nach vorgängiger Absäumung im Altholz (ringsum oder nach einer oder mehreren Seiten) neue Jungwüchse anlegen, so daß auf diese Weise allmählich die Verjüngung des ganzen Waldes erfolgt. Der Prozeß, welcher sich beim Femelschlagbetrieb in der einzelnen Waldabteilung je auf die Zeit der Verjüngungsdauer konzentriert, so daß sich im Gesamtwalde die einzelnen Periodenflächen deutlich von einander abheben, begreift im reinen Femelwalde die ganze Umtriebszeit; einzelne Teile der verschiedenen Periodenflächen des Femelschlagbetriebes, bald kleinere Gruppen, bald größere Horste, sind im Femelwalde gewissermaßen untereinander geworfen, so daß, wenn auch keineswegs in jedem kleinsten Bestandesteile, so doch innerhalb der einzelnen Abteilung, alle Altersklassen vertreten sind.

B. Natürliche Verjüngung durch Ausschlag.

§ 28. Vorbemerkung: Dieselbe ist nur möglich bei Holzarten mit entsprechender Reproduktionskraft, schließt also vorab die Nadelhölzer aus. Die genutzten Bestandesteile werden durch Ausschlag aus den auf der Fläche verbliebenen Baumteilen ersetzt und hierdurch der neue Bestand erzeugt. Man unterscheidet Niederwald, Kopfholzbetrieb und Schneitelholzbetrieb. Beim Niederwald erfolgt je die Nutzung des gesamten oberirdischen Baumteils; die Begründung des neuen Bestandes vollzieht sich durch Stockausschläge (event. in Verbindung mit Wurzelausschlägen). Der Kopfholzbetrieb nimmt dem einzelnen Kernwuchs einen Teil seines Schaftes; an der Abhiebsstelle brechen Aeste hervor, welche die Nutzung des nächsten Umtriebes und somit gewissermaßen den neuen Bestand darstellen. Infolge wiederholter Nutzung dieser Aeste entsteht am Schaftende ein Wulst oder Kopf. Beim Schneitelbetrieb werden dem einzelnen Stamme nur seine Aeste genommen, während der Schaft ihm in ganzer (oder annähernd ganzer) Länge belassen wird. Die Regeneration erfolgt durch Ausschläge an den einzelnen Aststummeln.

I. Verjüngung im Niederwald:

1) Holzarten: Außer baumartigen Laubhölzern werden auch viele strauchartige, als Kleinnutzhölzer, Faschinenhölzer u. dgl. verwendbare Holzarten im Niederwald angezogen. Zu ersteren gehören vor allen die Eichen, dann Erlen, zahme Kastanie, Akazie, Weiden u. a., zu letzteren z. B. Schneeball, Hartriegel, Heckenkirsche, Schwarz- und Weißdorn u. s. w. Die meisten dieser Holzarten treiben nur Stockloden, wie Rotbuche, Hainbuche, Eiche, Kastanie, Esche, Ahorn, Birke u. a.; bei einigen brechen außer solchen auch Wurzelloden hervor, wie bei Weißerle, Rüster, Feldahorn, Akazie, Pappel, Kirschen u. s. w. 2) Die Verjüngung erfordert keine besonderen waldbaulichen Maßregeln, da deren Gelingen, bezw. die Entstehung eines normalen Jungbestandes, wenn anders sich die passende Holzart auf geeignetem Standort in einem guten Altbestand vorfindet und keine besonderen Störungen, wie Spätfröste, Hagelschläge u. dgl. eintreten, nur von einem rationellen Nutzungsbetrieb (glatter, tiefgeführter Hieb ꝛc.) abhängig ist. Eventuell Nachbesserung durch Saat oder (meist!) durch Pflanzung.

II. Kopfholz- und Schneitelholzbetrieb.

1) Holzarten: Im Kopfholzbetrieb finden sich Weiden (Flußufer), Hainbuchen, Linden, Akazien, Platanen, im Schneitelholzbetrieb Eichen, Ulmen, Eschen (Futterlaubzucht im Gebirg), Erle, Pappel, Birke u. a. 2) Verjüngung: Dieselbe ist auch hier nur die unmittelbare Folge einer richtig vollzogenen Nutzung.

(Alles sonstige über die Ausschlagswaldungen im 4. Abschnitt „Betriebsarten“).

Drittes Kapitel.

Künstliche Bestandesbegründung.

Erster Teil.

Herstellung eines kulturfähigen Waldbodens. Urbarmachung.

Vorbemerkung.

Die natürliche Bestandesbegründung setzt in allen anderen Fällen, als demjenigen der Randbesamung, voraus, daß bereits Wald auf der Fläche vorhanden war; bei ihr kommt also die Frage, wie zunächst gewisse Böden in einen kulturfähigen Zustand zu bringen seien, kaum in Betracht. Es handelt sich hier um die Fälle, in welchen zunächst absolute Kulturhindernisse beseitigt werden müssen, also um die Aufforstung von Flächen, welche ohne spezielle Vorbereitung selbst einen geringen Waldbestand zu tragen unfähig wären, während diejenigen Operationen der Bodenbearbeitung, welche auf die Steigerung eines bereits vorhandenen Bodenproduktionsvermögens, bezw. auf besseres Anschlagen einer Mast, sichereres Gelingen einer Kultur, kräftigere Entwickelung der Bestände gerichtet sind, als unmittelbare Maßnahmen der Bestandesbegründung und -erziehung betrachtet und je an betreffender Stelle (als Vorarbeiten 2c.) besprochen werden. Die in Betracht kommenden Fälle sind: Sümpfe, Flugsand, Raseneisenstein und Ortstein, Haide, Torfmoore.

§ 29. I. Behandlung von Sümpfen[43]): Die Frage bildet auch einen Gegenstand der Besprechung für den Forstschutz (vergl. Handbuch 1. Bd. VII, 3. Abschn. 2. Kap. A), weshalb hier nur einige Bemerkungen mehr allgemeiner Natur eine Stelle finden sollen. Jeder Ueberschuß an Wasser (für verschiedene Holzarten verschieden bemessen) ist dem Holzwuchs nachteilig, ja macht denselben, wenn eine gewisse Grenze überschreitend, unmöglich. Sollen Orte mit Wasserüberschuß kultiviert werden, so ist derselbe vorher zu entfernen. Solche Orte finden sich in der Niederung, sowie in den ebenen Lagen und Becken der Gebirge; im allgemeinen erleichtert das Höhenland den Abzug der atmosphärischen Niederschläge durch seine geneigte Lage (Einfluß der Schichtung, Wasseradern 2c.). Alle Entwässerungsarbeiten sind nur auf Grund sorgfältigster Begutachtung aller ihrer Vor- und Nachteile einzuleiten. Erstere bestehen in der Hauptsache in der Ermöglichung oder wenigstens Steigerung der Holzproduktion, letztere in den aufgewendeten Kosten, sowie in der durch Wasserentzug etwa herbeigeführten Schädigung umliegenden Geländes. Nicht dringend genug kann gefordert werden, die gegenseitige Abwägung nicht auf das in Frage stehende Grundstück allein zu beziehen, sondern den Einfluß der geplanten Wasserstandsveränderung auf die Umgebung mit zu berücksichtigen[44]). Die Zuwachsverluste, welche hier eintreten können, sind in Verbindung mit dem durch die Entwässerung geforderten Baaraufwand, sowie den Kosten der nachfolgenden Kultur oft geeignet, jeden noch so hohen auf der Fläche selbst zu erzielenden Holzwert zu paralysieren, bezw. geradezu in einen Verlust umzukehren. Insbesondere hat eine solche weitere Umschau hinsichtlich der Sumpfstellen der Gebirge einzutreten. Jedenfalls sollte, wenn irgend möglich, das an einer Stelle freigegebene Wasser dem Walde nicht gänzlich entzogen werden und damit für den Holzwuchs verloren gehen, sondern zur Bewässerung trockener Partieen verwendet werden, indem man es nach solchen hinleitet, in Löchern, Gräben 2c. staut und damit seitliches Einsickern in den Boden, sowie reichlichere Verdunstung, also vermehrte Feuchtigkeit und hierdurch besseren Pflanzenwuchs herbeiführt.

---

43) Vergl. Kaiser, „Beiträge zur Pflege der Bodenwirthschaft mit besonderer Rücksicht auf die Wasserstandsfrage". Berlin bei Springer 1883. Insbes. S. 46 ff. — Burckhardt, „Säen und Pflanzen", 5. Aufl. S. 518 ff. — „Aus dem Walde" VIII. von 1877, S. 66 ff. — von Reuß, „Ueber Entwässerung von Gebirgswaldungen". Prag 1874. — Kraft, „Zur Entwässerungsfrage" in „Aus dem Walde" VI. S. 112.

44) Vergl. Rettstadt, „Ueber den Einfluß der Senkung von Seespiegeln auf benachbarte Forste", in „Aus dem Walde" VII. von 1876, S. 219 ff.

Erweist sich die Entfernung des Wassers, bezw. die Kultur als rätlich, so sind zunächst die Ursachen des Wasserüberschusses festzustellen. Stets rührt derselbe von übermäßiger (die Verdunstung und den Abfluß übersteigender) Wasserzufuhr her. Diese ist hintanzuhalten: Dämme gegen Ueberschwemmung seitens fließender Gewässer; oberhalb der zu schützenden Fläche anzulegende Sammelgräben zum Auffangen und demnächstiger Ableitung von an Hängen auf undurchlassender Schicht herabkommenden Wassermengen. Oder es ist der Abfluß, bezw. die Verdunstung zu beschleunigen, damit das gewünschte Verhältnis hergestellt werde. Bilden undurchlassende, nicht zu mächtige Schichten (in ebener Lage oder in Einsenkungen) das Hindernis des Wasserabzugs, so kann sich unter Umständen schon das stellenweise Durchstoßen derselben als Abhilfe empfehlen. Anderenfalls müssen vorhandene Wasserrinnen (Gräben, Bäche ꝛc.) vermehrtes Gefäll erhalten, oder es sind Grabensysteme neu anzulegen. Hierbei finden offene Gräben im Walde mehr Anwendung als bedeckte (Drains hauptsächlich nur zu Entwässerung kleinerer Stellen in Forstgärten u. s. w.). Nivellement meist erforderlich. Sauggräben zum unmittelbaren Herausziehen des Wassers aus dem Boden, Verbindungsgräben, Abzugsgräben.

In allen Fällen ist zu erwägen, ob vollständige Wegführung des Wassers (oft infolge dessen zu weit gesteigerte Trockenheit im Sommer!) an der betr. Oertlichkeit angezeigt ist, oder ob nicht vielmehr schon die Senkung des Wasserspiegels um einen gewissen Betrag die gewünschte Kultur ermöglicht. Dann fällt die Verbindung der Gräben mit den natürlichen Wasserabzugsrinnen (Bäche, Flüsse) weg; entsprechend tief eingeschnittene Stückgräben, Löcher u. s. w. genügen, der Wasserstand in denselben gestattet die Beurteilung des Erfolges.

§ 30. II. Flugsand[45]): Derselbe, ein feinkörniger, bindemittelarmer und deshalb vom Winde leicht zu bewegender Sand, findet sich am Meere und im Binnenland. Das Meer (und ähnlich einige Flüsse) wirft fortwährend neue Sandmassen aus. Sonst ist auch wohl (z. B. im Kreise Meppen der Provinz Hannover) Entwaldung des leichten Sandbodens und anhaltendes Treiben großer Viehheerden häufig die Ursache der Flugsandbildung. (Event. in Moorgegenden übertrieben langes Brennen in Verbindung mit Viehtrieb). Erst der gebundene Flugsand ist zur Waldkultur geeignet. Ob die Bindung unternommen werden soll, ist nicht nur vom forstlichen Standpunkte aus zu beurteilen, sondern ist meist auch eine Frage allgemeiner Kulturinteressen. Die zur Bindung nötigen Maßregeln zerfallen in die Vorarbeiten und die Deckung, demnächst die Kultur.

1) Vorarbeiten: Vermessung, bezw. Bezeichnung des zu behandelnden Areals, dabei möglichst geradlinige Arrondierung ist Voraussetzung. Umgebung der Sandwehe mit Gräben und Wall zum Schutz gegen Waidvieh und Fuhrwerk. Sodann Dossieren und Planieren, bestehend in sanfter, glatter Abschrägung schroffer Ränder der ausgewehten Sandkehlen, Abrundung der Firste und Köpfe der Dünen, Ebnung, bezw. sanfte Abböschung steiler, zerklüfteter Seiten. 2) Deckung: Dieselbe bezweckt die Beruhigung des Sandes, entweder nur mechanisch (Beschwerung durch aufgelegtes totes Material, Zurückhalten des aufgewirbelten Sandes) oder zugleich durch Anwachsen lebender Deckungsmittel, wie Rasenplaggen. Außer solchen kommen je nach der Oertlichkeit in Anwendung beastete Kiefernstangen, Aeste, Hackreisig, Haidekraut, Schilf, Pfrieme, Seetang. Die Deckung beginnt stets auf der Windseite und erfolgt bei nassem Wetter, damit der Sand möglichst lang feucht bleibe. Flechtzäune (sog. Koupierzäune) zum Brechen des Windes und Aufhalten des bewegten Sandes werden nur noch selten angewendet. 3) Kultur: Durch Kiefernpflanzung

45) Vergl. Wessely „Der Europäische Flugsand und seine Kultur“ 1873. — „Aus dem Walde“ VIII. von 1877 S. 167 ff. — NB. In Preußen allein finden sich (cfr. Jahrbücher der preuß. Forst- und Jagdgesetzgebung und Verwaltung von 1882, S. 162) außer den Meeresdünen 37 448 ha flüchtige Sandschollen, von denen 28 635 ha als gefährlich für angrenzende Kulturländereien bezeichnet werden.

(Ballenpflanzen oder ballenlose Pflänzlinge mit tiefgehenden, jedoch nicht allzulangen Wurzeln — 12 bis 18 cm). Unter Umständen (besonders an den Meeresdünen) der Holzkultur voraufgehende Bepflanzung, bezw. Bindung mit Sandrohr (Arundo arenaria), Sandhafer (Elymus arenarius), Sandsegge (Carex arenaria)[46]).

Im Kreise Meppen sind, nach Erscheinen einer bezüglichen Polizeiverordnung und Instruktion, von 1871 bis 1877 1121 ha Sandwehen gebunden und davon 835 ha aufgeforstet worden; 3000 ha waren damals noch zu behandeln. Belegen des Sandes mit Gras- oder Rasenplaggen in 15 cm breiten und 4 cm dicken Streifen; netzförmiges Auslegen auf die bewurzelte Seite behufs Anwachsens. (Rasen besser als Haideplaggen, welche tiefer bewurzelt sind und nicht so leicht wachsen.) In der Regel Quadratnetze von 1 Meter Seite. (Ausnahmsweise Moosplaggen in engeren Quadraten.) Bodenbenarbung meist schon während der ersten Jahre. Reisig als Deckmittel schlecht bewährt. Netzförmige Dämpfung mit Plaggen pro ha 48—72 Mark. — Kultur mit 3—4jährigen Kiefernballenpflanzen in 1 Meter Quadrat, welche tief eingesetzt werden. Pflanzung dicht an die dem Wind abgekehrte Seite der Plaggen. Pflanzkosten pro ha 45—54 Mark, mithin im ganzen ca. 100—120 Mark.

Im Revier Streek (Oldenburg) hat sich Bindung durch totale Deckung mit Haideplaggen besonders bewährt. Pflanzung ballenloser Kiefernjährlinge mit dem Keilspaten. (Auf Flächen mit südwestlicher Exposition ist die Jährlingspflanzung oft durch zu starke Bodenerwärmung gefährdet.) Gesamtkosten (besonders wegen der Anfuhr der Haideplaggen) pro ha bis zu 300 Mark.

§ 31. III. Raseneisenstein und Ortstein[47]): Die durch dieselben gebildeten Schichten beeinträchtigen den Pflanzenwuchs, indem sie das Eindringen der Wurzeln, sowie des Wassers in die Tiefe (Versumpfung) und das Aufsteigen des Grundwassers aus der Tiefe hindern. Mittelst streckenweisen Durchbrechens jener Schichten wird die Verbindung zwischen Oberboden und Untergrund hergestellt. Beim Raseneisenstein erfolgt das Herausbrechen zumeist unter Anwendung von Spitzhaue und Rodhacke. Auch beim Ortstein muß, wenn derselbe tief liegt (tiefer als ca. 60 cm), Handarbeit eintreten (Rigolen mit Stoßeisen, Spaten und Hacke), wobei Heraufschaffen des Steines an die Oberfläche, Einbringen der überliegenden Bodenschicht in die Tiefe bezweckt wird. Rigolen ganzer Flächen auf diese Weise ist meist zu teuer. Man begnügt sich meist mit streifenweisem Rigolen (ca. 2 Meter breite bearbeitete und etwas schmälere unbearbeitete Streifen), welches pro ha immerhin 160—180 Mark erfordert. Ist der Ortstein brüchig, nicht zu mächtig und nicht zu tief liegend, so hat man ihn mit Vorteil durch Pflugarbeit bewältigt. Auch hier meist streifenweiser Umbruch; gewöhnlich zwei Pflüge, indem die von dem Vorpfluge geöffnete Furche durch einen nachfolgenden Untergrundpflug tiefer durchgearbeitet wird. Kosten pro ha 40—80 Mark. — Große ebene Flächen, besonders auch noch solche mit tiefer liegendem (bis 80 cm), hartem Ortstein werden vielfach mit Dampfpflugkultur behandelt (event. Kipp- oder Balancierpflüge zur Vermeidung des Umwendens). Ob sich schließlich der Aufwand im Holzertrage bezahlt macht, ist von Fall zu Fall Gegenstand besonderer Rechnung.

Quaet-Faslem (Hannover) berichtet in „Aus dem Walde VIII" über die Vorbereitung des Haidebodens zum Anbau von Nadelholz mittelst des Dampfpfluges, daß die Resultate im allgemeinen befriedigt haben. Er teilt mit verschiedenen Pflügen ausgeführte Parallelversuche mit, welche die Firma John Fowler u. Comp. zu Magdeburg ausgeführt hat. Unter Anwendung eines besonders konstruierten Balancierpfluges mit einem Tiefgang von 50 cm sind u. a. 140 ha streifenweise bearbeitet worden (2,5 m breite Streifen mit 1,6 m breiten Zwischenräumen), wobei die Kosten pro ha 80 Mark betrugen. Durchschnittliche Leistung pro Arbeitsstunde 0,23 ha. Heizung der zwei Dampfmaschinen pro Stunde mit ca. 2,3 Zentner Steinkohle und 0,16 Kubikmeter Stockholz (von Birke und Eiche); Wasserverbrauch derselben pro Stunde 0,5 Kubikmeter.

---

46) Einzelheiten über Flugsandkultur z. B. in Hempels (nachmals v. Seckendorffs) Centralblatt von 1882, woselbst S. 7 ein Oberförster Wellebil eine Schlämm-Methode empfiehlt, gegen welche sich (S. 249) Forstkontroleur Böhm ausspricht. — In ders. Zeitschrift, 1881 S. 171 ist (von Rabine) Auspflanzung von Nadelhölzern in Erdtöpfen (aus nicht gebrannter, guter Erde) empfohlen: Beweise für die mannigfachen Bemühungen, einen guten Kulturerfolg zu erzwingen.

47) Vergl. „Aus dem Walde" III (1872) S. 41; IV (1873) S. 49; V (1874) S. 192; VI (1875) S. 156; VII (1876) S. 246; VIII (1877) S. 153 — vergl. überdies: Handbuch I, 1: Standortslehre S. 269. — Schimmelpfennig, „Der Dampfpflug im Dienste der Forstwirthschaft" in der Zeitschr. für Forst- u. Jagdwesen V. Band (1873) S. 161 ff.

§ 32. IV. Torfmoore[48]): Das Hochmoor hat im allgemeinen keine Neigung sich zu bewalden, ein Umstand, der uns mahnt, daselbst mit forstlichen Unternehmungen vorsichtig zu sein; befriedigende Rentabilität des Holzanbaues wird sich meist nicht ergeben, es sei denn, daß die Mächtigkeit des Torflagers keine zu bedeutende wäre, und man deshalb bald zu dem mineralischen Grunde gelangen könnte, mit welchem dann der Torf zu mischen ist: Rabattenanlage, indem man Gräben bis zum mineralischen Boden aushebt und letzteren auf die zwischen liegenden Beete bringt. Eine Entwässerung (bezw. Senken des Wassers) durch Gräben (diese mit steilen Wänden) ist unter allen Umständen erforderlich (langsames, allmähliches Vertiefen der Gräben, damit der Torf nicht aufweicht); das Moor setzt sich infolge dessen nieder (bis zu $^{2}/_{3}$ seiner früheren Mächtigkeit). Bildung einer Grasnarbe deutet auf genügenden Rückgang des Wassers. — Urbarmachung durch Vermittelung des Brandfruchtbaues.

Nach der Schilderung von Brünings verläuft die Sache im großen Augustendorfer Moor folgendermaßen: Vermessung des Moores, Entwässerung durch Gräben als Vorbereitung. Das Feuer soll demnächst durch Zerstören des festen Fasergewebes eine zerbröckelte, erdartige Masse und damit ein erstes Keimbett bilden und durch die Hitze die Säuren neutralisieren (Bildung von Asche ist nicht die Hauptsache). Man brennt auf dem Moore (nicht nach vorherigem Umbruch desselben), indem nur die die Oberfläche desselben bildende Menge kleiner Hügel („Bülten") umgerissen, nebst dem Grabenauswurf ausgebreitet und angezündet werden, wobei das Feuer nur oberflächlich angreift. Dann folgt Aussaat von Buchweizen. Im nächsten Jahre wiederholtes Brennen, desgl. im dritten und vierten Jahre, stets in Verbindung mit Fruchtbau; die Bülten sind nun verzehrt und erst im fünften und sechsten Jahre kratzt man behufs erneuten Brennens Teile des eigentlichen Bodens flach auf: Wurzelgefaser, Haidehumus ꝛc. sind nach den sechs Jahren verschwunden, durch die sechsjährige Vegetation ist neues Leben in den todten Boden gedrungen. Gebrannt wird stets mit dem Winde (sonst greift das Feuer zu tief); an feuergefährlichen Stellen erfolgt gegen den Wind ein Vorbrand. Im 7. Jahr erfolgt der forstliche Anbau mit Eiche, Fichte, Kiefer, event. Lärche und Weymouthskiefer. Gesamtkosten pro ha (Brennzeit 6 Jahre, Tagelohn 2 Mark) = 360 Mark; Ertrag (5 Jahre Buchweizen, 1 Jahr Roggen) pro ha = 900 Mark. Die Aufforstung kostet pro ha 65—70 Mark.

„Flüchtige Moorflächen (Mullwehen)[49]) sind Moorflächen, die durch eine übertriebene Benutzung oder fehlerhafte Behandlung ihre natürliche vegetabilische Bodendecke verloren haben, wo der rohe Moorboden zu Tage tritt, der dann bei trockener Witterung staubig und flüchtig, bei nasser Witterung schlammig und treibend wird". Unterschied von Sandwehen darin, daß sie auch bei feuchtem Wetter beweglich sind. Entstehung besonders durch zu ausgedehntes Haide- und Plaggenhauen oder zu langes Brennen, beides in Verbindung mit täglichem Auftrieb von Schafen in geschlossener Herde und demnächst Auffrieren des Bodens. Gefahr für umgebendes Gelände durch Uebertwehen mit Mull. — Vorbedingung der Dämpfung ist das Aufhören jeder Benutzung des Bodens. Entwässerung. Aufforsten der Mullwehen mit wenig mächtiger (bis 1 m) Moorunterlage; diejenigen auf mächtigem Moorlager sind nach der Entwässerung zunächst mit Kräutern (Rumex), Honiggras (Holcus) ꝛc. anzubauen (am sichersten unter Fruchtbau von Buchweizen mittelst Brennens).

§ 33. V. Unfruchtbarer Humus, d. i. ein Bodenüberzug aus nicht genügend zersetzbaren, aus wachs- oder harzhaltigen Pflanzenresten, welcher, rasch austrocknend und die Feuchtigkeit schlecht annehmend, den Boden verschließt und der Entwickelung der Holzpflanzen hinderlich ist. Entfernung desselben oder Vermischung mit dem mineralischen Untergrund ist erforderlich. Hierher gehört: 1) Rohhumus aus Blättern, Nadeln, Unkräutern ꝛc., nur mangelhaft zersetzt wegen fehlender Feuchtigkeit und Wärme. Besonders auf kalkarmen Böden. Raschere Verwesung wird durch Aufschluß, bezw. vermehrten Zutritt der Atmosphäre bewirkt. Eventuell Entfernung desselben. 2) Stauberde, Rückstände von Flechten. Wegrechen oder -hacken derselben. 3) Heide- und Heidelbeer-

48) Burckhardt, „Säen und Pflanzen", 5. Aufl. S. 523 ff. — Ders., „Wald, Moor und Wild im Emslande" in „Aus dem Walde" VI, S. 1 ff. (insbes. S. 66 ff.). — Brünings, „Das Augustendorfer Moor" in „Aus dem Walde" IX (1879) S. 106. — Derselbe, „Der forstl. und der landwirthsch. Anbau der Hochmoore mittelst Brandfruchtbaues". Berlin bei Springer 1881. — Zu beachten insbes. auch die verschiedenen Rezensionen der letztgenannten Schrift, z. B. forstl. Blätter von 1882 S. 51.

49) Gerdes, „Die flüchtigen Moorflächen in Hannover und Oldenburg" in „Aus dem Walde" (1879) S. 159 ff.

humus, aus Calluna-, Erica-, Vaccinium-Arten gebildet, wachs- und gerbsäurehaltig, locker, trocken. Ebenfalls wegzurechen oder wegzuhacken. Dichte Lager unverwester Nadeln (Fichte) verhalten sich ähnlich.

Ueber die Frage der Haideaufforstung wird schon seit lange Streit geführt, d. h. insbesondere auch darüber, ob unsere ausgedehnten Haideflächen in früherer Zeit einmal Wald getragen haben oder nicht, sowie darüber, ob die Kosten etwaiger Aufforstung sich in den zu erziehenden Beständen lohnen werden. Die Debatte im einzelnen zu verfolgen, würde hier zu weit führen. Der Gedanke, die ausgedehnten Haideflächen dem Walde zu gewinnen, liegt an sich gewiß nahe. Aber schwere Bedenken lassen sich jedenfalls gegen die Rätlichkeit der Aufforstung erheben, wenn dieselben auch hie und da übertrieben sein mögen! Die Gegner derselben gehen meist davon aus, daß Haidefläche (auch ohne Wald) keineswegs ertragslos ist. Zur Charakterisierung der verschiedenen Standpunkte sind u. a. zu vergleichen: Emeis, „Waldbauliche Forschungen", Berlin 1875; ferner Borggreve, „Haide und Wald", Berlin 1879; sodann zahlreiche Zeitschriften-Artikel, wovon viele in den forstlichen Blättern (z. B. Daube 1881, S. 2, Quaet-Faslem 1882, S. 41, mehrfache bezügliche Aeußerungen von Borggreve, z. B. 1882, S. 47), andere in der Allg. Forst- und Jagdzeitung (z. B. von Emeis 1881, S. 109 — 1883, S. 42, 115 u. a.).

Thatsächlich sind schon sehr bedeutende Kosten für Aufforstungszwecke verausgabt worden; besondere Haidekulturvereine widmen sich der betr. Aufgabe. In Hannover waren nach Angabe in Weise's Chronik bis 1882 bereits 2866 ha mit durchschnittlich 105 Mark aufgeforstet.

Zweiter Teil.

Saat.

Zum Gelingen der Saatkultur gehört, von Witterungseinflüssen abgesehen, vor allem gutes Saatmaterial, ein geeignetes Keimbett und sachgemäße Ausführung.

I. Saatmethode.

§ 34. A. **Verschiedene Arten der Saat:** Je nachdem die Saat aus der Hand oder unter Anwendung einer Maschine ausgeführt wird, nennt man sie Handsaat oder Maschinensaat. — Außerdem werden unterschieden: 1) **Vollsaat**, wobei die ganze Fläche möglichst gleichmäßig mit Samen bestreut wird und 2) **stellenweise Saat**, bei welcher der Samen nur auf einzelne Stellen kommt. Hierher gehören: a) die **Riefensaat**, auch Rinnen-, Rillen-, Streifen-, Furchensaat genannt: der Samen wird auf Streifen gesäet, während die dazwischenliegenden Streifen samenfrei bleiben. b) die **Plattensaat**, auch Plätzesaat: eine Anzahl Samenkörner kommt auf einzelne, über die Kulturfläche verteilte Plätze; c) **Punktsaat**: man operiert mit Einzelsamen (Eichel, Kastanie rc.), welche (möglichst gleichmäßig) auf der Fläche verteilt werden.

Uebergänge zwischen Platten- und Punktsaat. Löchersaat, wenn die Saatplätze vertieft sind.

B. **Wirtschaftliche Bedeutung:** Wenn **Maschinensaat** angewendet wird, thut man es, teils um die Gleichmäßigkeit der Samenverteilung zu fördern, teils um eine Ersparnis (besonders an Zeit) zu erzielen. **Handsaat** ist Regel. Maschinen (namentlich solche, deren Bewegung Spannvieh erfordert) sind meist an bestimmte Eigenschaften der Kulturfläche (nicht zu geneigte Lage, Fehlen von größeren, rasch wechselnden Unebenheiten, Stöcken, Steinen u. s. w.) gebunden. — **Vollsaat** (breitwürfige Saat) gibt die gleichmäßigste Samenverteilung, bedingt mithin für die einzelnen Keimpflanzen von vornherein annähernd nach allen Seiten gleichen Standraum, womit normale Entwickelung, gleichmäßige Bodenbedeckung rc. verbunden ist; sie fördert (bei leichten Samen) rasch, verlangt aber das größte Samenquantum und, falls vorgängige Bodenbearbeitung notwendig, hierfür verhältnismäßig hohen Aufwand. Auch erschwert sie die Reinigung von Unkraut, sowie das Ausbringen der ersten Durchforstungshölzer. Die Vorzüge und Nachteile der **stellenweisen Saat** folgen aus dem Vorstehenden; dieselbe bedarf z. B. weniger Saatgut (jedoch nicht im Verhältnis der wirklich besäeten zur samenfrei bleibenden Fläche, weil man dichter säet), erzeugt jedoch vielfach einen zu dichten Stand der Pflanzen und etwas un-

gleichmäßige Entwickelung (seitliche Kronenausbreitung bei den Streifen, Randstämmchen der Platten). Streifensaat eignet sich am besten für Anwendung von Maschinen, erleichtert am meisten die Kulturreinigung und die ersten Durchforstungen, läßt aber die Zwischenstreifen längere Zeit unbedeckt. Auf den Platten wird das gedrängte Aufwachsen der Pflanzen oft besonders hinderlich. Löchersaat für trockene, der Sonne und dem Wind ausgesetzte Orte. Die Punktsaat kann als Vollsaat mit größerem Abstand der einzelnen Samen von einander betrachtet werden.

II. Saatmaterial.

§ 35. A. Beschaffung der Samen: Dieselbe erfolgt durch Selbstsammeln, durch Naturalabgabe, Tausch oder Kauf. Hat man die Wahl, so entscheidet die Samengüte im Verein mit den aufgewendeten Kosten, welch letzteren außer dem direkten Geldaufwand auch die Sorge und Mühe bei der Beaufsichtigung, beim Einbringen und Aufbewahren zugezählt werden müssen.

1) Selbstsammeln ermöglicht geeignete Auswahl der Samenbäume, genaue Beachtung des richtigen Zeitpunktes (vollständige Reife), sorgsamste Behandlung; sie garantiert also von vornherein ein gutes und vielfach auch billigeres Material. — 2) Naturalabgabe, bei Verpachtung der Samenernte, überhebt der besonderen Sorge für die Ernte, liefert ebenfalls frisches Saatgut. — 3) Tausch, nur ausnahmsweise. — 4) Kauf, namentlich, wenn große Mengen von Samen nötig sind, welche eine besondere Behandlung erfordern (z. B. Samenklengbetrieb bei Nadelhölzern). Man wendet sich dabei im allgemeinen besser an bewährte, große Firmen, als an kleine Händler. Garantie eines bestimmten Keimprozentes ist auszubedingen [50]). Einhaltnng des Lieferungstermins, event. Stellung einer Kaution.

Was im Einzelfalle am vorteilhaftesten, bedarf besonderer Erwägung. Selbstsammeln z. B. meist bei Weißtanne (sofortige Aussaat im Herbst), auch wohl bei Esche, Buche, Eiche u. s. w. Kauf in der Regel (wo nicht eigene Klenganstalten des Waldbesitzers bestehen) bei Kiefer, Fichte, Lärche. Abhängigkeit vom Eintreten einer Mast. — Zu verlangende Keimprozente: z. B. bei Eiche, Buche, Kastanie 75—80, Kiefer, Fichte (auch wohl Ahorn, Esche) 70 [51]), Tanne, Lärche 60, Erle, Ulme 15, Birke 10. — Die Samenpreise schwanken je nach dem Ausfall der Ernte. Für 1887 war 1 kg Kiefernsamen (ohne Flügel) mit 3,70 Mark, 1 kg Fichtensamen mit 1,10 Mark notiert.

B. Aeußere Beschaffenheit des Samens: Das Saatgut soll möglichst rein sein, d. h. frei von, die Gleichmäßigkeit der Aussaat störenden Beimengungen (Hüllen z. B. der Bucheln, Flügel, Schuppen der Nadelhölzer). Uebrigens Lieferung der Kastanien und event. Aufbewahrung derselben oft in den Stachelhüllen. Behufs Erzielung kräftiger Pflanzen ist überdies, nach dem Vorgange der Landwirtschaft, auf vollentwickelte, große Samen von geeigneter Provenienz abzuheben [52]).

C. Prüfung des Samens: Zur richtigen Bemessung des für eine bestimmte Fläche erforderlichen Quantums in jedem Falle vorzunehmen.

Bei größeren Samen und zur ersten Orientierung auch bei kleineren (insbesondere Nadelhölzern) genügt die Untersuchung einer Anzahl von Körnern daraufhin, ob der Kern die Schale ausfüllt, nach Farbe und Saftgehalt normal ist [53]). Wasserprobe bei Eicheln:

---

50) Prüfung durch vorher vereinbarte Stellen (z. B. amtlich durch Samenkontrolanstalten). Proportionaler Preisabzug, wenn das geforderte Keimprozent nicht erreicht wird. Dagegen sollte billigerweise für ein Ueberbieten desselben ein (wenn auch mäßiger) Preisaufschlag gewährt werden.

51) 80—85% sind bei frischem Samen der Fichte und Kiefer zwar nicht selten, können aber doch nicht die Grundlage für Vereinbarung einer größeren Lieferung bieten.

52) Vergl. z. B. Nördlinger, Krit. Blätter XLI, 2, S 101 ff. — Baur, Forstwiss. Centralblatt von 1880 S. 605 ff. — Wenn auch der Unterschied, welchen Pflanzen aus verschieden großen Samen (z. B. großen, mittleren und kleinen Eicheln) anfänglich zeigen, später (nach 3—6 Jahren) mehr und mehr verschwindet, so sind doch oft die ersten Jahre (energischer Höhentrieb im Kampfe mit Unkräutern ꝛc.) äußerst wichtig.

53) Nicht jeder Same, dessen Kotyledonen durch Trockenheit etwas eingeschrumpft sind, ist

man nimmt an, daß im Wasser die guten Eicheln untersinken, die schlechten obenaufschwimmen, was zwar nicht stets, aber doch im großen ganzen zutrifft[54]). Gewißheit geben bei kleinen Samen nur besondere Keimproben. Dieselben beruhen darauf, daß man eine bestimmte Anzahl (50, 100, 200) Körner) durch andauernd gleichmäßige Potenzierung der die Keimung bedingenden Faktoren Feuchtigkeit und Wärme, bei genügendem Luftzutritt (und event. unter Abschluß oder wenigstens Dämpfung des Lichtes), zu rascherer Entwickelung veranlaßt. Letzteres ist erforderlich, damit man in kürzester Frist (vor Eintritt der Kulturzeit) den gewünschten Aufschluß erhält.

Samen mit harter holziger Schale, wie Esche, Linde, Hainbuche, Ahorn ꝛc., welche im Freien meist ein Jahr überliegen, sind für solche Keimproben ungeeignet. — Gleichmäßige Temperatur ist bei den Keimproben erwünscht. Der Beginn der Keimung, sowie die Zahl der täglich keimenden Körner ist zu notieren; einzelne späte Nachkömmlinge dürfen bei der Beurteilung der Samengüte unberücksichtigt bleiben, weil solche, im Freien erst gegen den Sommer hin erscheinende und nicht mehr zu normaler Entwickelung gelangende Pflanzen für das Gedeihen der Kultur meist wertlos sind. Daß man sich, um sicher zu gehen, nicht mit einer einzelnen Probe begnügt, ist selbstverständlich.

Jene Mittel zur Beschleunigung des Keimprozesses sind u. a. Aussaat in Scherben, deren Erde man ständig feucht erhält und die man in einen mäßig warmen Raum stellt (Scherbenprobe); Einlegen des Samens in feuchte Flanelllappen (Lappenprobe); Anwendung besonderer Keimapparate, wie z. B. der Hannemann'schen Keimplatte[55]) (poröse Thonplatte mit Vertiefungen zum Einlegen der Samen, steht in Wasser bis zur Höhe des Bodens dieser Vertiefungen), des Nobbe'schen Keimapparates[56]) (von einer Wasserrinne umgebener, muldenförmiger Thonbehälter zum Einlegen der Samen, von einem mit Luftöffnung versehenen Thondeckel überdeckt), der Apparate von Steiner und Grünwald[57]) (poröse mit Vertiefungen versehene Thonplatten, in Wasser liegend, mit einer Glas- oder Porzellanglocke bedeckt), des Apparates von Coldewe und Schönjahn[58]) (Auslegen des Samens auf feuchtem Sand, Bedecken mit einer Filzplatte und mit Glasdeckel), Magerstein[59]) u. s. w. (Besonders rasch keimen die Samen in den andauernd gleichmäßig warmen Darr-Räumen der Klenganstalten).

Dauer der Keimkraft: Bei der Aussaat in's Freie ist das Keimprozent wegen der ungünstigeren Bedingungen stets geringer, als bei der Probe im Zimmer. Ueberdies nimmt die Keimkraft bei älterem Samen auch bei sorgfältigster Behandlung meist rasch ab (bei Ulme innerhalb weniger Tage, bei Tanne bedeutender Rückgang schon im ersten Winter; länger als ein Jahr ist im allgemeinen nur der Same von Kiefer und Fichte noch genügend leistungsfähig, event. bis ins 2., 3., ja 4. Jahr, dann aber auch nur unter starkem Verlust an keimfähigen Körnern).

III. Das Keimbett.

§ 36. Vorbemerkungen: Da bei der Keimung Feuchtigkeit, Wärme und Sauerstoff der Luft zusammenwirken, so muß der Samen bei der Aussaat in Verhältnisse gebracht werden, welche ihm die möglichst ungestörte Wirkung dieser Faktoren garantieren. Lichtabschluß wirkt begünstigend. Anhaltende Trockenheit sowie Frost sind dann besonders schädlich, wenn sie im Zeitpunkte der beginnenden Keimung eintreten. Gegen alle schädigenden Einflüsse gewährt das Umgeben des Samenkornes mit lockerer Erde Schutz. Die-

---

unbrauchbar. — Der Kern frischer Samen meist weißlich, bei der Esche bläulich, beim Ahorn ein grünes Pflänzchen.

54) Vergl. Dr. Grundner, „Die Ausscheidung keimfähiger Eicheln mit Hilfe des Wassers". Allg. F. u. J.Z. Mai 1887.

55) Allg. Forst- u Jagd-Zeitung von 1870 S. 153.

56) Nobbe, „Handbuch der Samenkunde" 1876 S. 507.

57) Vergl. Allg. Forst- u. Jagd-Zeitung von 1884 S. 371. Beide Apparate funktionieren sehr gut.

58) Vergl. Zeitschrift für Forst- u. Jagdwesen von Danckelmann, Sept. 1886 S. 481 ff.

59) Centralbl. f. d. ges. Forstwesen von v. Seckendorff 1886 S. 348.

selbe ist überdies für das sofortige Anwachsen des zuerst aus der Hülle hervorbrechenden Würzelchens erforderlich.

Herstellung eines guten Keimbettes: Alle hierauf gerichteten Maßregeln haben ihren Grund in den vorangedeuteten Bedingungen einer raschen, sicheren Keimung. Der Kulturkostenaufwand wird durch derartige Vorarbeiten stets mehr oder weniger bedeutend erhöht, weshalb sorgfältigst zu erwägen ist, ob dieselben nötig sind, bezw. die gedeihliche Entwickelung der jungen Saat so fördern, daß sich die Ausgabe lohnt. Die billigsten Mittel, welche uns den Zweck erreichen lassen, sind zu wählen. Die bezüglichen Operationen bestehen (je nach den Umständen) in der Entfernung eines zwischen dem auffallenden Samenkorn und dem mineralischen Grund eingeschobenen oder die Keimpflanzen demnächst benachteiligenden Bodenüberzugs, in der Auflockerung des Bodens und auch wohl ausnahmsweise in Herbeischaffung des für die Keimung geeigneten Bodens an Stellen, wo solcher fehlt.

A. Entfernung eines hinderlichen Bodenüberzugs: Eine lichte Grasnarbe oder dünne Decke aus Laub, Moos, Kräutern (auch Haide, Beerkraut), unter welchen der Boden, genügend locker, sich einigermaßen frisch erhält, ist im allgemeinen der Saatkultur förderlich. Fehlt dieser Ueberzug (als Beweis eines lebendigen thätigen Bodens), wie nicht selten auf trockenen, steilen oder sandigen Orten, so sucht man denselben erst zu gewinnen, indem man die Fläche einige Zeit hindurch vollständig sich selbst überläßt. Schädlich wirkt dagegen jede jenes Maß überschreitende Bodendecke, also insbesondere eine zusammenhängende dichte, hohe Laub- oder Nadelschicht, ein festgeschlossenes Polster von Moos und Gräsern oder ein massiger Ueberzug von Farnkräutern, Heide, Heidelbeere, Himbeere, Brombeere, Epilobium, Senecio, Digitalis u. s. w. Die Entfernung eines solchen Ueberzugs ist meist nur eine teilweise, auf stellenweise Saat berechnete (Bodenvorbereitung für Vollsaat dadurch zu sehr verteuert!). Sie erfolgt 1) Bei Laub und Moos mittelst des Rechens (event. besondere Waldrechen), auch wohl, bei besonders mächtigen Laubschichten, mittelst Pflügens (Vogelsberg) oder bei Moos auch durch Ausraufen; 2) bei Gras, Haide, sonstigen Forstunkräutern durch Ausraufen (bei feuchtem Wetter, lockerem Boden; Stehenlassen einzelner Haidestengel behufs Beschirmung der Keimpflanzen), durch Anwenden von Sichel, Sense, Heppe, Beil, Scheere rc.[60]) oder eines Riesenabschneiders[61]); 3) bei Sträuchern durch Abhauen mit dem Beil oder Abschneiden mit der Durchforstungsscheere, oder Ausstocken (Schwarzdorn), wenn man vollständige Entfernung wünscht. Auch Abbrennen kann unter Umständen angewendet werden und fördert rasch; Bedingungen: mäßig trockenes Wetter, nicht starker Wind, Trockenheit des Bodenüberzugs (Haide, Gras rc. im Frühjahr, im Stand; Kräuter nach vorherigem Abmähen und Abwelken); nötige Vorsichtsmaßregeln.

B. Bodenlockerung: Dieselbe hat nicht weiter zu gehen, als daß eine für den Kulturerfolg genügende Anzahl von Samenkörnern mit dem mineralischen Boden in hinreichend innige Berührung kommt, um sich zu guten Keimpflanzen zu entwickeln, wozu vor allem die Bildung eines normalen Wurzelsystems gehört. Bodenlockerung erhöht übrigens die Gefahr des Ausfrierens. Die Mittel der Lockerung sind für Vollsaat und stellenweise Saat verschieden.

1. Vollsaat: a) Umbrechen durch Schweine: in vielen Fällen vollkommen hinreichend, oft ohne Aufwand zu bewerkstelligen. Die Schweineheerde ist in mäßigem Tempo, ohne längere Zeit an einem Platz zu verweilen, über die Fläche zu treiben:

60) Zum Teil eigens für diesen Zweck konstruierte Instrumente; vergl. Beil, „Forstw. Culturwerkzeuge u. Geräthe", sowie die bezüglichen Kapitel der größeren Waldbauschriften, z. B. Heyers Waldbau, 3. Aufl. S. 88 ff.

61) „Der Riesenabschneider" von Kehrein. Allg. F. u. J.Z. von 1878 S. 37.

Vertilgen von Insekten, Mäusen zc., b) Kurzhacken des Bodens, c) Anwendung einer Egge, d) Anwendung eines Pfluges.

ad c) Außer der gewöhnlichen Feldegge kommen in Thätigkeit: die sog. Strauchegge, bei welcher die Enden eingelegter Reisigbündel die Bodenverwundung besorgen; die dreieckige Egge, die Kettenegge (aus einer Anzahl einzelner mit Zinken versehener und durch kurze Kettenstücke verbundener kleiner Platten bestehend — beweglich), neuestens die Federegge[62]) (mit beweglichen Zähnen). Stöcke, Steine, Wurzeln zc. bieten der Arbeit Hindernisse; gegen letztere sucht die Kettenegge und die Federegge anzukämpfen. — ad d) Waldpflüge sind in mannigfacher Gestalt konstruiert worden. Es sind teils Karren- oder Räderpflüge, teils Stelz-, teils Schwingpflüge im Gebrauch. Neben gewöhnlichen Pflügen kommen auch Untergrundpflüge (tiefere Lockerung) zur Benutzung. Beispiele: Der Waldpflug, sowie der Untergrundpflug von Alemann[63]), der Waldpflug von Eckert[64]), derjenige von Erdmann[65]) u. a. m.

Die volle Bodenbearbeitung ist (vom Schweineeintrieb und allenfalls von der oberflächlichen Verwundung eines ebenen, mit kurzem Gras überkleideten Bodens durch die Egge abgesehen) meist zu teuer, als daß sie ohne übermäßige Belastung der Wirtschaft ausgeführt werden dürfte. Eventuell wäre, wenn man sich nicht mit stellenweiser Saat begnügen will, von der Saat überhaupt Abstand zu nehmen und zur Pflanzung überzugehen. — Spezialfall des Waldfeldbaues (vergl. IX, c des Handbuchs Band I, 2. Abtg. S. 253 ff.)

2) Stellenweise Saat. Für diese tritt vorgängige Bodenbearbeitung (wenigstens für Riefen- und Plattensaat) fast immer ein; die Kultur muß, da sie auf einzelne Teile der Fläche beschränkt ist, auf diesen durch besondere Sorgfalt in ihrem Erfolg möglichst gesichert sein. Der Aufwand für die Bodenbearbeitung ist hier entsprechend geringer als für die ganze Fläche. a) Riefen: Richtung derselben in der Ebene meist nur bedingt durch die Wege, auf welche die Streifen zur Erleichterung der Holzausbringung bei den ersten Durchforstungen unter einem annähernd rechten Winkel aufstoßen, sowie allenfalls durch die Windrichtung. An Hängen führt die nämliche Rücksicht zur Anlegung der Streifen oft geradezu in der Richtung des größten Gefälles (Einmündung in die Thal- und Hangwege), während die Gefahr des Abschwemmens (der Samen, Pflänzlinge, Bodenkrume) eine horizontale Lage derselben empfiehlt (mit Anhäufung des Abraumes am unteren Streifenrand). Vermittelung durch eine die Richtung des größten Gefälles durchschneidende Erstreckung der Streifen. Unterbrechung der Streifen (sog. Stückrinnen). — Breite der Riefen hauptsächlich abhängig vom Unkrautwuchs auf den zwischenliegenden Streifen: die jungen Pflanzen dürfen nicht überlagert werden; durchschnittliche Breite 25—40 cm. — Abstand der Riefen meist $\frac{3}{4}$—$1\frac{1}{2}$ Meter, bei langsamwüchsigen Holzarten und zur Erzielung eines raschen Bestandesschlußes am geringsten. — Herstellung der Riefen: oft nach dem Augenmaß, sonst Abstecken unter Anwendung von Pflanzschnur zc. Entfernung des Bodenüberzuges. Lockern des mineralischen Grundes (mit Hacke oder Pflug), event. Bildung eines erhöhten Aufwurfs (und demnächstige Saat auf die erhöhten Streifen, damit die jungen Pflanzen nicht von Laub zc. überdeckt werden; besonders an Hängen). Kosten bei Anfertigung mit der Hacke pro ha (bei 0,3 m Breite und $1\frac{1}{4}$ m Abstand der Riefen) im ganzen 30—40 Taglöhne. — b) Platten: Größe und Entfernung derselben (von Mitte zu Mitte), abhängig von der Entwickelung der Keimpflanzen, Art des Unkrautwuchses, Eintritt des Bestandesschlusses; mittlere Größe 0,25□Meter und mittlere Entfernung 1—$1\frac{1}{2}$ Meter. — Anfertigung: Abräumen des Bodenüberzugs, Lockern des mineralischen Grundes (mit Hacke oder Kreisrechen[66]).

C. Herbeischaffen von Kulturerde. Für den Zweck einer Saatkultur

---

62) Vergl. über diese und einige andere Waldeggen von Alten's Aufsatz in Danckelmanns Zeitschrift für Forst- u. Jagdwesen 1886 S. 375 ff. — vergl. auch Allg. F. u. J.Z. von 1879, S. 262.
63) Alemann, „Ueber Forstkulturwesen", 3. Aufl. S. 25 ff.
64) Allg. Forst- u. Jagdzeitung von 1869 S. 481.
65) Daselbst 1866 S. 327.
66) Vergl. Beil, „Kulturwerkzeuge" Fig. 90—96.

(zwischen die Steine in Steinräuhen ꝛc.): gute Walderde, Kompost, Rasenasche. Möglichst zu vermeiden, weil teuer.

IV. Vollzug der Saat.

§ 37. A. Saatzeit. Abgesehen von denjenigen Holzarten, deren Samen, weil ihre Keimkraft rasch verlierend, baldigst in den Boden gebracht werden müssen (z. B. Ulme sofort nach der Reife, Ende Mai, Anfang Juni; Herbstsaat bei der Tanne), kann man im Herbst und im Frühjahr säen. Die Frühjahrssaat bildet im allgemeinen die Regel [67]). Bei der Herbstsaat — (nach welcher im Frühjahr die Keimung zwar zeitiger erfolgt, so daß die jungen Pflanzen von der Winterfeuchtigkeit möglichst profitieren und sich im ersten Sommer schon kräftig entwickeln können, — ist die Gefahr des Verlustes am Samen (Verderben im Boden, Fraß durch Vögel, Mäuse ꝛc.) und diejenige einer Schädigung der früh erscheinenden Pflänzlinge durch Spätfröste größer. Rücksicht auf Arbeitskräfte, Kürze der Kulturzeit im Frühjahr, Unmöglichkeit der Aufbewahrung des Samens durch den Winter können gleichwohl zur Herbstsaat veranlassen.

B. Erforderliche Samenmenge. Dieselbe ist abhängig von der Qualität des Samens, dem Saatverfahren, dem gewünschten Maß der Bestandesdichte, der Art der Vornutzungen, der Bodenvorbereitung.

1) Qualität des Samens. Nicht für sich, sondern nur in Verbindung mit der geforderten Bestandesdichte ist jene entscheidend: man wünscht pro ha eine gewisse Anzahl Pflanzen, kennt das Keimprozent (das thatsächliche, bezw. unter Beachtung des Abgangs ꝛc. ist maßgebend), die durchschnittliche Zahl der Körner pro Raum- oder Gewichtseinheit, so daß eine Feststellung der erforderlichen Samenmenge möglich wäre. Erfahrung gibt dieselbe übrigens weit zuverlässiger. — 2) Saatverfahren: Vollsaaten bedürfen mehr Samen (cfr. I, B, S. 555). — 3) Maß der Bestandesdichte: bei langsamwüchsigen, empfindlichen Holzarten säet man im allgemeinen dichter, desgleichen auf geringem Standort, sowie da, wo Unkrautwuchs, Auffrieren ꝛc. zu fürchten ist. — 4) Art der Vornutzungen: dichte Saaten (nicht zu dicht, damit die Einzelpflanzen gehörig erstarken können!) ermöglichen die Entnahme reichlichen Pflanzenmaterials (event. Verkauf — schätzbare Vornutzung!). — 5) Bodenvorbereitung: je sorgfältiger dieselbe ist, um so mehr kann an Saatgut gespart werden.

Durchschnittliche Zahlenangaben [67a]):

a) Anzahl der Samen pro Maß-, bezw. Gewichtseinheit [68]):
Eiche pro Hektoliter (= 80—100 kg) 18 000—25 000 Stück. — Buche pro hl (= 50 kg) 150 000—200 000 Stück. — gem. Kiefer (ungeflügelt) pro kg 150 000 Körner. — Fichte pro kg 150 000 Körner. — Tanne pro kg 22 000 Körner. — Lärche pro kg 160 000 Körner.

b) Samenmenge pro 1 ha bei Vollsaat:
Eiche 7—15 hl. — Buche 3—6 hl. — gem. Kiefer (ohne Flügel) 6—8 kg. — Fichte 8—10 kg. — Tanne 40—60 kg.

c) Bei Riefensaat kann das Quantum durchschnittlich auf etwa $^1/_2$—$^2/_3$ desjenigen bei der Vollsaat vermindert werden.

C. Beförderung der Keimung: Mehrfach ist die Frage erwogen worden,

---

67) Speziell findet sich meist die Vorschrift, man solle recht früh säen, um von der Winterfeuchtigkeit möglichst zu profitieren. Zu beachten ist, daß für die Entwickelung der Samen auch eine gewisse Wärmemenge Bedingung ist. Im allgemeinen hat es keinen Wert, vor April zu säen (vergl. auch v. Alten, „Wie wirkt die Saatzeit...?“ in Zeitschr. f. Forst- und Jagdwesen 1887 S. 10 ff. Derselbe hatte — Revier Kupferhütte, Reg.-Bez. Hildesheim — mit Forche die besten Erfolge bei der Aussaat Mitte April: Die Frage muß örtlich, durch mehrere Jahre hindurch und in Ausdehnung des Versuchs auf verschiedene Holzarten untersucht werden).

67a) Zu vergleichen hier und in betreff des gesamten Kulturbetriebes die Zahlenangaben in dem Forst- und Jagd-Kalender von Judeich und Behm, in Hempels Taschenkalender für den österr. Forstwirth und in den verschiedenen Waldbauschriften. — Alle angegebenen Zahlen können nur einen ganz ungefähren Anhalt liefern und sind für den konkreten Fall event. zu modifizieren.

68) Vergl. Baur im forstwiss. Centralblatt von 1880 S. 341.

ob man nicht durch besondere Behandlung der Samen vor der Aussaat deren Keimen beschleunigen und dadurch vielleicht über gewisse Mißlichkeiten (langes Liegen im Boden ꝛc.) hinauskommen könne. Als einfachstes Mittel erscheint das Anquellen des Samens in Wasser einige Tage vor der Aussaat. Ich möchte für den Kulturbetrieb im großen dazu nicht raten, weil — abgesehen von der Umständlichkeit des Verfahrens und der Erschwerung der Aussaat — der aufgelaufene Samen, wenn nach der Saat eine Periode der Trockenheit folgt, zu leicht (meist weit mehr als nicht gequollener) notleidet.

Für den Forstgarten, wo man auf kleinem Raum die Aussaat konzentriert und, wenn nötig, jederzeit beispringen kann (Bedecken der Beete, Begießen ꝛc.), kann eher einmal von jener Hilfe Gebrauch gemacht werden (z. B. bei Verwendung älteren Samens, bei verzögerter Aussaat u. s. w.). Durch Anwendung chemischer Agentien (Chlorwasser, Kalkwasser, verdünnte Säuren ꝛc.) hat man überdies versucht, die Samenhülle zu lockern und dadurch die Keimung zu befördern; sicherstehende Resultate sind nicht zu verzeichnen. Denn wenn z. B. auch Vonhausen (Allg. F. u. Jagd-Zeitung von 1858, S. 461 und 1860, S. 8), sowie Heß (Centralblatt für d. ges. Forstwesen 1875, S. 462) für Nadelholzsamen gute Erfolge hatten, so haben andererseits gelegentlich angestellte Proben der württemberg. Versuchsstation zu greifbaren Ergebnissen nicht geführt.

D. Die einzelnen Saatmethoden. 1) Vollsaat: Dieselbe erfolgt meist aus der Hand. Größere kompliziertere Säemaschinen kommen beim Forstkulturbetrieb wenig — (sie sind nur auf ebenem Boden ohne Hindernisse, wie Steine, Stöcke ꝛc. zu gebrauchen) — in Anwendung, ihre Anschaffung könnte nur etwa für ausgedehnte Nadel-Waldungen (Kiefer) der Ebene in Frage kommen, doch ist auch hier oft das jährlich zu bewältigende Objekt, und damit die bei der Arbeit zu erzielende Ersparnis zu gering im Vergleich zu den Anschaffungskosten. Bei der Handsaat sind geübte Arbeiter zu verwenden (die Zahl derselben in maximo bestimmt durch die Forderung ständiger Kontrolle seitens des Schutzbeamten). Abstecken der Saatgänge, an Berghängen horizontal, Vorrücken von oben nach unten; in der Ebene oft Teilung des Samenquantums und Besäen der Fläche in zwei Richtungen (in die Länge und in die Quere). Unterlassen der Saat bei starkem Wind. Bei Mischsaaten (z. B. Kiefer und Fichte) Ausstreuen der verschiedenen Samenarten nicht in Untermengung, sondern nach einander (zur Erzielung einer gleichförmigen Mischung). — 2) Stellenweise Saat: Gleichmäßige Verteilung des Samens in den Riefen und auf den Plätzen ist zu erstreben. Nicht zu dicht säen! Aussaat aus der Hand oder, auf günstigem Terrain, unter Benutzung von Säeapparaten, bezw. -maschinen zur Erhöhung der Gleichförmigkeit des Ausstreuens und Förderung der Arbeit. Zu den einfachen Apparaten, welche von Arbeitern getragen werden, gehören z. B. das Säehorn und die Saatflinte [69]); zu den (bei Kiefernsaat zu benutzenden) Maschinen, nach Art von Schiebkarren, event. durch Vereinigung von Druck und Zug, von Arbeitern zu bewegen, — diejenigen von Runde, Gohrisch, Göhren u. a., sowie die kompliziertere und teuere (Preis 140 Mk.), aber in ihren Leistungen, behufs Bewältigung großer Flächen in der Ebene, gute Maschine von Drewitz [70]). Als Maschine für Plattensaat ist der „Plattensäer" von Zitny [71]) empfohlen.

E. Unterbringen und Bedecken des Samens: Die Bedeckung mit Erde (zum Schutz gegen Frost, Austrocknen, Tierfraß ꝛc.) ist für größere Samen im allgemeinen

---

69) Bando, „Saatflinte und Säehorn" in Zeitschr. für Forst- und Jagdwesen von Danckelmann 1869 S. 449.

70) Bernhardt in Zeitschr. für Forst- u. Jagdwesen 1874 S. 285. — Roloff, „Allg. Forst- u. Jagd-Zeitung" 1876 S. 48. An letztgenannter Stelle wird berichtet, daß die Maschine auch auf geneigtem Terrain verwendbar ist. 2 Arbeiter ziehen, 1 Arbeiter führt dieselbe. Am besten auf mittelbündigem Boden, nicht gut auf festem oder ganz lockerem und nicht gut bei einem an die Werkzeuge adhärierenden Boden. Abhängigkeit auch vom Wetter (Regen bei lockerem Sandboden oft günstig, nachteilig bei vielen Vertiefungen, wie Stocklöchern u. s. w.) Ersparnis an Samen, nicht an Arbeit. Kosten der Aussaat (reiner Arbeitsaufwand) pro ha 2—3 Mark. Sorgfältige Bodenbearbeitung ist erforderlich.

71) cfr. Hempel, „Centralblatt für das ges. Forstwesen" von 1882 S. 61 ff.

stärker als für kleine, desgl. darf sie stärker sein für solche, welche beim Keimen die Kotyledonen unter der Erde lassen. Maximum (Eiche, Kastanie) 30—40 cm; Bedeckung bei Nadelhölzern, wie Kiefer, Fichte ꝛc. nur etwa 3—5 Millimeter, event. nur ganz leichtes Vermengen mit der Bodenkrume. 1) Vollsaat: Anwendung der Egge, event. auch Handarbeit (Rechen), Uebererden, Auftrieb von Viehherden. — 2) Stellenweise Saat, und zwar bei Riefen: Pflug (Eichelsaat), ferner besondere Maschinenteile (Rechen) an den Säemaschinen, Handarbeit (Hacke, Rechen); bei Plätzesaat event. Anwendung des Kreisrechens.

§ 38. F. Pflege der Saatkulturen: Es handelt sich um den Schutz der Samen und demnächst denjenigen der Keimpflanzen, sowie um die erforderlichen Saat-Nachbesserungen. I) Schutz der Samen ist vor allem zu gewähren gegen Tiere (siehe Forstschutz); gegen Hitze und Frost schützt das Bedecken. II) Die Keimpflanzen sind zu behüten vor Unkrautüberlagerung, Wild und Weidevieh, Hitze und Frost. 1) Gegen Unkraut: Vollsaaten werden unter Umständen durch Schafauftrieb gesichert [72]). Ausschneiden des Unkrautes zwischen Riefen und Plätzen (nicht Entfernen aus dem Walde — Entzug von Mineralstoffen!), event. Niedertreten desselben [73]), auch wohl (in den ersten Jahren, bei langsam wachsenden Holzarten) Abmähen über die Köpfe der Holzpflanzen hinweg. — 2) Wild und Weidvieh: Umfriedigung der Saatfläche (Drahtzäune neuestens vielfach üblich; Kosten derselben — gegen Rot- und Rehwild — pro lauf. Meter ca. 1 Mark, inkl. Holzmaterial). — 3) Hitze und Frost: Fruchtbeisaat. Ansaat unter Schutzbeständen (Voranbau frost- und hitzebeständiger, raschwüchsiger, lichtkroniger Holzarten: Birke, Kiefer ꝛc.), event. Zwischensaat- oder -pflanzung einer Schutzholzart. — III) Nachbesserungen: durch Nachsaat; in vielen Fällen aber (zumal die Fehlstellen oft nicht gleich im ersten Jahre mit Sicherheit erkannt werden, sowie mit Rücksicht auf Unkrautwuchs) besser durch Pflanzung.

Dritter Teil.

Pflanzung.

I. Pflanzmethode.

§ 39. A. Arten derselben. Unterschieden werden: 1) Pflanzung mit bewurzelten und mit unbewurzelten Pflänzlingen, erstere natürlich bewurzelt (Kernpflanzen aus Samen oder Wurzellohden) oder künstlich bewurzelt (Ableger), letztere Steckreiser oder Setzstangen. — Ballenpflanzen (die Wurzeln sind von einem Erdballen umgeben) und ballenlose Pflanzen. — Stummelpflanzen (der Schaft wird über dem Wurzelknoten abgeworfen). — 2) Einzelpflanzung oder Büschelpflanzung, je nachdem ein oder mehrere Pflänzlinge in das Pflanzloch kommen. — 3) Ungeregelte Pflanzung oder Pflanzung in geregeltem Verband der einzelnen Pflanzstellen. Hierbei unterscheidet man: Rechtecksverband und Dreiecksverband; a) Rechtecksverband: die einzelnen Pflanzstellen bilden je die vier Ecken eines Rechtecks; sind dessen Seiten ungleich, so heißt derselbe Reihenverband (verschiedener Abstand der Reihen von einander und der Pflanzen in den Reihen), sind dieselben gleich (Spezialfall des Quadrates), so heißt er Quadratverband. — b) Dreiecksverband: je drei Pflanzstellen bezeichnen die Ecken eines (meist gleichseitigen) Dreiecks.

B. Wirtschaftliche Bedeutung. 1) Pflanzung mit bewurzelten Pflänzlingen bildet die Regel (Setzreiser oder Setzstangen bei Pappel und Weide); künstliche Bewurzelung beim Kulturbetrieb im großen nur ausnahmsweise. — Ballen-

---

72) z. B. häufig beim Württemberger Waldfeldbau.

73) Brombeere schlägt nach dem Abschneiden sehr kräftig wieder aus. — Abschlagen von Farnkrautwedeln mit Stöcken.

pflanzung zweckmäßig, sofern die Wurzeln nicht entblößt werden. Teuer bei älteren Pflanzen mit großen Ballen. Bedingung ist ein den Ballen haltender (nicht lockerer) Boden. — Stummelpflanzen (z. B. bei Eiche, Erle) treiben oft besonders kräftig aus (jedoch häufig mehrere gleichwertige Triebe, weshalb mehr für Niederwald; event. Wegschneiden der überzähligen Loden); gutes Anwachsen vermöge der verhältnismäßig großen Wurzelmenge. — Im großen und ganzen findet Pflanzung mit bewurzelten, ballenlosen, unverkürzten Pflänzlingen am meisten Anwendung. — 2) Büschelpflanzung ist bei einzelnen Holzarten (Fichte) in manchen Gegenden (Harz) verbreitet. Als Vorzüge werden angegeben rascher Bestandesschluß, Sicherheit gegen Gefahren (Wildverbiß 2c.); dagegen jedoch großer Pflanzenverbrauch, dichter Stand in den Büscheln, infolge dessen oft nicht normale Ausbildung der einzelnen Pflanzen, Verwachsungen u. s. w. — Einzelpflanzung in den weitaus meisten Fällen. — 3) Annähernd gleichmäßige Verteilung der Pflanzen ist unter allen Umständen anzustreben. Dieselbe läßt sich (durch geübte Arbeiter) oft auch ohne genau abgesteckten Verband in genügender Weise erreichen. — Geregelte Verbände, bei welchen jeder Pflanze ihre Stelle angewiesen ist, erfordern die besondere Arbeit des Aussteckens derselben, bedingen danach aber rasche Ausführung der Pflanzung, gestatten sichere Berechnung der Pflanzenzahl, leichte Nachbesserung (sofortiges Auffinden der Fehlstellen), Grasnutzung (?!) zwischen den Pflanzreihen, Herstellung regelmäßiger Mischungen[74]), gewähren Erleichterung beim Holzausbringen, bei manchen Maßregeln des Forstschutzes u. s. w. — Terrainunebenheiten, Steine, Stöcke, Vorwüchse 2c. sind oft Hindernisse der Durchführung.

II. Das Pflanzmaterial[75]).

§ 40. A. Erforderliche Eigenschaften: Normale Entwickelung des Pflänzlings, insbes. gute Wurzelausbildung, stufiger, kräftiger Schaft, genügende Blatt-, bezw. Nadelmenge (nicht zu gail oder in gedrängtem Stande spindelig erwachsen!). — Stärke und Alter der Pflänzlinge sind abhängig von dem speziellen Zweck der Kultur und dem dadurch bedingten Pflanzverfahren. Im allgemeinen verdient die Verwendung junger Pflänzlinge (gutes Anwachsen, Billigkeit des Verfahrens in Absicht auf Pflanzenbeschaffung, Ausheben, Transport, Einsetzen) den Vorzug: 2- und 3jährige, in besonderen Fällen auch 1jährige (Kiefer), sowie ältere und resp. stärkere Pflänzlinge (Loden, Halbheister, Heister): z. B. Tanne (langsame Jugendentwickelung) überhaupt meist 4—6jährig; stärkere Pflanzen aller Holzarten oft bei Nachbesserungen, Randpflanzungen, Kultur von Viehweiden, bei bedeutendem Unkrautwuchs u. s. w.

B. Verschiedene Arten der Pflanzenbeschaffung. Es kommen in Betracht: Kauf und Tausch, Entnahme aus Schlägen, besondere Anzucht und zwar entweder in Freilagen oder unter Schutzbeständen, oder in Forstgärten. 1) Kauf und Tausch: nur ausnahmsweise zulässig; im allgemeinen sollte jedes Revier (mindestens jeder Forst) seinen Bedarf selbst decken. — 2) Entnahme aus Schlägen, natürlichen Verjüngungen und Saaten, teils zum Zweck unmittelbarer Verwendung für die Kultur, teils zu vorgängiger Verschulung in Pflanzbeete. Gewinnung eines billigen, oft (auf geeignetem Boden, bei nicht zu dichtem Stand) trefflichen Materials (mit oder ohne Ballen, je nach Umständen). Sorgfältiges Ausheben (nicht Ausreißen und Abbrechen der Wurzelenden) ist Bedingung. 3) Besondere Anzucht: a) in Freilagen, durch Saat, namentlich ab und zu behufs Anzucht von Ballenpflanzen, auf mäßig bindigem Boden mit leichter Grasnarbe.

---

74) Geeignete Bestandesmischungen sind übrigens oft viel mehr von der speziellen Bodenbeschaffenheit an der einzelnen Stelle, als von der Regelmäßigkeit des Verbandes abhängig.

75) Vergl. u. a. Fürst, „Die Pflanzenzucht im Walde" 1882, woselbst alle Einzelheiten der Pflanzenerziehung abgehandelt sind. Zahlreiche Litteraturnachweise daselbst.

— b) unter lichtschirmigen Schutzbeständen, z. B. Buche (für Zwecke des Unterbaues, Main-Rheinebene) durch Saat in Kiefernbeständen, nach oberflächlicher Zubereitung des Keimbeetes (Entfernung des Moospolsters, leichtes Durchhacken). Massenhaftes Material ohne große Kosten, aber nur für Schattenhölzer. — Hie und da Anzucht von Pflänzlingen auf Waldfeldern unter dem Schutz von Getreide. — c) in Forstgärten, für Pflänzlinge, welche besonderer Sorgfalt bedürfen, insbesondere Verschulen. Tauglich für alle Holzarten, aber relativ teuer. Für viele Arten der Pflanzkultur unentbehrlich, aber doch auf das notwendige Maß zu beschränken.

C. Forstgartenbetrieb insbesondere[76]).

§ 41. 1) Arten. Die Forstgärten sind entweder nur Saatschulen (Saatkämpe) zur Erziehung von Pflanzen, welche unmittelbar von der Stelle, wo sie gekeimt sind, zur Kultur verwendet werden, oder Pflanzschulen (Pflanzkämpe), in welchen die Keimpflanzen erst noch versetzt (verschult, verstopft, umgelegt) werden, bevor sie auf die Kulturfläche kommen. Meist Saat- und Pflanzbeete in einem Forstgarten vereinigt. — Man unterscheidet außerdem in ständige und unständige (sog. Wander-)Forstgärten. Erstere werden durch längere Zeit andauernd benutzt, letztere für kürzere Zeit, nur die Pflanzen für bestimmte Kulturen liefernd. Ständige Gärten sind teurer in der ersten Anlage (sorgfältigere Bearbeitung ꝛc.), erfordern bei beginnender Erschöpfung künstliche Düngung, liegen oft weiter von der Kulturstelle entfernt; sie sparen dagegen auch wieder an erstmaligem Aufwand (Bodenvorbereitung, Umfriedigung ꝛc.), sofern sich derselbe auf eine längere Benutzungsperiode verteilt, sind leichter zu beaufsichtigen. Beide Arten, je nach Umständen, in Uebung. — 2) Wahl des Platzes. a) Lage: Außer möglichster Nähe bei den Kulturflächen, sowie bequemer Erreichbarkeit und Beaufsichtigung kommt die Umgebung, Abdachung, Exposition in Betracht. Steilere Hänge sind im allgemeinen ausgeschlossen, etwas geneigte Lagen erwünscht, Süd- und Südwestseiten (im Hügelland und Mittelgebirge) wegen Hitze und Trockenheit ebenso zu vermeiden, wie ungeschützte Ostseiten (Frostgefahr). Schutz durch umliegende Bestände (event. Verdämmen durch dieselben). Frostgefahr in tiefen Thalsohlen. Nähe von Wasser (trockene Sommer) erwünscht. — b) Boden: Genügende mineralische Kraft in Verbindung mit den nötigen physikalischen Eigenschaften. Insbesondere soll der Boden nicht zu zäh und fest (kalter Thonboden) sein. Böden mittlerer Beschaffenheit (sandiger Lehmboden) sind vorzuziehen[77]). Beachtung des Untergrunds, hauptsächlich in betreff des Wasserabzugs. — c) Größe: entsprechend der Zahl der jährlich erforderlichen Pflänzlinge, dem Alter und der Behandlung derselben (Dauer ihres Verbleibens in dem Forstgarten, verschult oder unverschult, Verschulungsverband u. s. w.)[78]). — d) Gestalt: möglichst regelmäßig in Rücksicht auf Umfriedigung (Quadratform!) und Einteilung. — 3) Bodenbearbeitung. a) Gründliche Rodung, möglichst im Sommer und Herbst (Durchfrieren im nächsten Winter). — b) Planierung, event. Terassierung an Hängen. — c) Besserung der physikalischen und chemischen Bodeneigenschaften sollte von vornherein möglichst nicht erforderlich sein. Doch läßt sich manchmal im ganzen Revier kein vollkommen geeigneter Platz finden. Lockerung durch tiefe Rodung, Beiführen von Sand, Gründüngung. Letztere auch zur Bindung zu lockerer und Bereicherung armer Böden (Lupinen!)[79]). Am besten neu ausgestockte (humusreiche,

---

76) Vergl. u. a. Dr. Jäger, „Die Kosten der künstlichen Bestandesgründung“. Allg. Forst- u. Jagd-Zeitg. Juni u. Juli v. 1887.

77) Die Meinung, als ob Pflänzlinge für magere Kulturstellen auch in Forstgärten mit geringen Böden erzogen werden müßten, ist irrig. Eher schon sind solche für rauhe Lagen vor Verzärtelung im Forstgarten zu bewahren.

78) Etwa 4 5 % der jährlichen Kulturfläche dürfte z. B. für den Fall der Verwendung 4jähriger Pflanzen nach 2jähriger Verschulung genügen.

79) Vergl. „Lupinenbau in Forsten“ in „Aus dem Walde VIII, S. 160.

unkrautfreie) Stellen. Wasserabzugsgräben, event. Drainierung zu nasser Stellen. Im Notfall sofortige Düngung mit animalischen (Latrinen, Schafpferch), pflanzlichen (Rasenasche, Torfasche, Humus), mineralischen Düngemitteln (Gyps, Mergel, Phosphate, Nitrate, Kalisalze) und Mengedüngemitteln (Kompost der verschiedensten Art). — d) Wiederholte Bodenbearbeitung im Frühjahr nach Art von Gartenland. — 4) Umfriedigung zum Schutz gegen Menschen und Tiere (Wild und Weidvieh). Die Art der Umfriedigung ist insbes. durch die abzuhaltenden Tiergattungen bedingt (feste Zäune gegen Sauen, entsprechende Höhe gegen Ueberfallen von Rotwild, dicht am Boden gegen Hasen und Kaninchen u. s. w.). Unter Umständen transportable Hürden. a) Tote Umzäunungen: Rollsteine (gegen Weidvieh), Mauern (zu teuer); Planken-, Pfosten-, Latten-, Spriegelzäune (in verschiedenster Modifikation); Drahtzäune (starke Horizontaldrähte, event. an stehende Bäume befestigt; zwischengeflochtene dünne Vertikaldrähte). — b) Lebende Hecken: Weißdorn, Fichte. — c) Gräben in Verbindung mit den Schutzmitteln ad a und b. — d) Kosten nach Material, Arbeitsaufwand sehr verschieden in Hinsicht auf erste Anlage und Unterhaltung [80]). — 5. Einteilung, innere Einrichtung: Beete von angemessener Breite (bis zur Mitte bei den Arbeiten leicht zu erreichen) und Beetpfade. Dazu einzelne breitere Wege für Karren ꝛc. Durchschnittl. Beetbreite 1 Meter, Pfadbreite 0,3 Meter. — 6) Die Aussaat im Forstgarten. a) Arten der Aussaat: Vollsaat oder Riefensaat. Bei ersterer erhalten die Pflänzlinge von vornherein allseitig gleichmäßigen Entwickelungsraum (für Wurzel und Krone), insbes. wichtig, wenn nicht verschult werden soll. Dagegen sind die Beete mühsamer zu reinigen, das Ausfrieren ist bedenklicher, die einzeln keimenden Pflänzlinge (Nadelhölzer) drücken durch eine etwas verkrustete Oberfläche schwerer durch. Riefensaat bildet die Regel. — b) Samenmenge: Nur durchaus guter Samen. Im allgemeinen dieselben Erwägungen wie für die Dichte der Saat überhaupt. Nicht zu dicht säen! Weniger dicht, wenn gar nicht oder erst nach 2 bis 3 Jahren verschult wird. Bedingend ist überdies die Entwickelung der einzelnen Holzart in der ersten Jugend (Gegensätze z. B. Tanne und Schwarzkiefer, Buche und Akazie). Kein großer Unterschied zwischen Voll- und Riefensaat bezüglich der Samenmenge (z. B. bei Kiefer pro 1 ar 1—1,5 kg). — c) Zeit der Aussaat: Auch hier gelten die allgemeinen Bestimmungsgründe. Möglichkeit ins einzelne gehender Pflege im Forstgarten kann modifizierend wirken. Meist Frühjahrssaat. — d) Vollzug: Vollsaat stets aus der Hand, nach vorgängiger gehöriger Herrichtung der Beete. — Riefensaat: Richtung der Riefen bald quer über die Beete (bequemer für gleichmäßige Aussaat, Bedeckung, Reinigung), bald in deren Längsrichtung. Schmale Riefen (womöglich nur 1, höchstens 2 etwas von einander entfernte Samenreihen — Doppelriefen). Entfernung derselben so gering, daß die Pflanzen zu seitlicher Entwickelung gerade genügend Raum haben. Herstellung entweder mit der Hacke oder einem Rillenzieher, oder mit Hilfe von Saatlatten, Saatbrettern, Walzen mit entsprechenden Erhöhungen u. s. w. Aussaat aus der Hand oder unter Benutzung von Apparaten, wie z. B. Säehorn, Saatrinne, Saatbrett ꝛc. Bedeckung des Samens in erforderlicher Höhe mittelst Rechens, Ueberwerfens oder Uebersiebens mit Erde, Rasenasche ꝛc. — 7) Schutz und Pflege der Saatbeete. Gegen Hitze und Frost sowohl als gegen Platzregen sichert Bedecken der Beete mit Moos, Stroh (rechtzeitige Entfernung der Bedeckung beim Keimen), Bestecken mit Zweigen (abfallende Nadeln manchmal störend), Ueberdecken mit Schattengittern. Gegen Trockenheit, wenn nötig, Begießen (öftere Wiederholung); Anwendung von senkrecht stehenden Schutzschirmen

80) Drahtzäune, inkl. Pfostenmaterial ꝛc., zum Schutz gegen Hasen und Rehwild kaum unter 0,80—1,00 Mk. pro lfd. Meter; bei Befestigung an lebende Bäume ca. 0,50 Mk. Verbindung der Pfosten oben und unten durch je eine Stange gibt ein besonders festes Gefüge beim Durchflechten dünner Vertikaldrähte.

gegen Wind und Sonne. Gegen Vögel dienen die Schutzgitter (zugleich Schattengitter), gegen Mäuse das Vergiften 2c. Aushängen von Nistkästen. Fangen der Maulwurfsgrillen (cfr. hierüber Forstschutz, VII. des Handbuchs). Ausjäten des Unkrautes, je nach Bedarf mehrmals jährlich. Pflege der Pflanzen durch Bodenlockerung, Anhäufeln der Erde nach den Riefen zu, Durchrupfen zu dichter Saaten, Zwischendüngung. — 8) Pflanzbeete im Forstgarten. Verschulen. Das Verschulen hat den Zweck, den jungen Pflänzlingen vor der Benutzung zur Kultur durch Gewährung freieren Standraumes in bestmöglichem Boden zu kräftiger Entwickelung zu verhelfen. a) Alter der Pflänzlinge: bei möglichst frühem Verschulen (1—2jährige Pflanzen) hat man leichtere (billigere) Arbeit und größeren Erfolg, sofern die Pflanzen länger im Verschulbeete bleiben können. — b) Zeit der Vornahme: Herbst und Frühjahr. — c) Dauer des Verbleibs im Pflanzbeet: 2—3 Jahre (1 Jahr ist zu wenig, der Vorteil bei so kurzer Zeit zu gering). — d) Sorgfältige Bodenzurichtung geht voraus. — e) Ausheben, Beschneiden, Anschlämmen der Pflänzlinge: Da ein Transport zum Zweck des Verschulens sehr häufig nicht in Frage steht, so werden die Pflänzlinge am besten unmittelbar aus dem Saatbeet ins Pflanzbeet gebracht. Einstutzen von Schaft und Wurzel unterbleibt meist (abgesehen von beschädigten Organen). Desgleichen das Anschlämmen. Erfordert die Platzfrage (Beeträumung 2c.) früheres Ausheben oder kommen Pflänzlinge von auswärts (z. B. Schlagpflanzen), so ist sorgfältiges Einschlagen an feuchtem, schattigem Ort nötig. Sortieren der schwachen von den stärkeren Pflänzlingen je für besondere Beete ist zur Erzielung der Gleichmäßigkeit wünschenswert. — f) Pflanzenentfernung, Verband: Allseits genügender Raum für die Zeit, welche die Pflanze im Verschulbeet verbringen soll, ist Bedingung. Da diese Zeit sowie die Entwickelung der einzelnen Holzarten verschieden ist, so kann kein einheitliches Maß angegeben werden. Meist Reihenverband (z. B. für 2jährige Fichten 20/12 cm, 2 Jahre im Pflanzbeet) im Interesse der Beetpflege. Sonst Quadratverband (gleichmäßige Verbreiterung nach allen Seiten) besser. — g) Ausführung, Hilfsmittel: Pflanzung im Taglohn oder Akkord (scharfe Kontrolle). Pflanzschnur. Apparat zum gleichzeitigen Stechen einer Reihe einzelner Pflanzlöcher (Zapfenbrett, Verschulungsgestell von Eck — Gera [81]); Rillenzieher, manchmal auch kleine Pflüge [82]) zum Anfertigen zusammenhängender Rinnen und event. gleichzeitiges Einlegen der Pflänzlinge in letztere durch Vermittelung eines Verschulungsgestelles (Mutscheler [83]), Hacker [84]), v. Thygeson's Pflanzharke [85]) u. a.). Beurteilung dieser Verschulungsapparate nur an geübten Arbeitern. Sorgfältiges Anfüllen und Andrücken der Erde (lockere Kulturerde) um die Wurzeln. — h) Wiederholung: Zur Erziehung besonders starker Pflanzen (Tannen für Kahlschläge, Eichenheister 2c.) manchmal zweimaliges Verschulen (meist nach 2—3 Jahren wiederholt). — 9) Schutz und Pflege der Pflanzbeete. Hitze, Frost, Unkraut sind die hauptsächlich störenden Elemente. Vergl. das oben ad 7 bezüglich der Saatbeete Angedeutete. — Pflege einzelner Pflanzen durch Beschneiden (Entfernung von Zweigen 2c.). — 10) Kosten [86]). Alle Forstgärten stellen durch Anlage und Unterhaltung eine mehr oder minder starke Belastung des Kulturfonds dar. Die Ausgaben sind auf das notwendige Maß zu beschränken, jede Spielerei ist zu vermeiden. Teuer ist insbes. das Verschulen (Zeit- und Raumerfordernis!). Unter Umständen Verschulen von Schlag-

81) Allg. F. u. J.Z. 1885 S. 197.
82) z. B. Schmitt, „Anlage und Pflege der Fichtenpflanzschulen" 1875, sowie Fischbach in Allg. F. u. J.Z. 1869 S. 85.
83) Das. 1884 S. 7.
84) Centralbl. f. d. ges. Forstw. 1886 S. 230.
85) Zeitschr. f. Forst- u. Jagdwesen von Danckelmann, 1885 S. 25.
86) Vergl. Dr. Jäger, Kosten der künstlichen Bestandsgründung. Suppl. z. A. F. u. J.Z. XIII. Bd., Heft 2, 1887.

pflanzen auf kleinen Stellen in oder bei den Schlägen selbst. Der Versuch, größere Mengen kräftiger Pflanzen direkt im Saatbeet zu erziehen (weit säen!), verdient volle Beachtung, unkrautfreier lockerer Boden dazu erforderlich. Allgemein giltige Kostensätze nicht zu gewinnen; Abhängigkeit insbes. von den ortsüblichen Tagelöhnen. Angaben z. B. in Fürst's Pflanzenzucht, im Forst- und Jagdkalender u. s. w.

D. Besonderheiten einzelner Holzarten.

§ 42. Die bezüglich der Pflanzenbeschaffung hier folgenden Angaben deuten, ohne entfernt erschöpfend sein zu wollen, nur einige der Fälle an, welche in der Praxis häufig vorkommen. 1) Laubhölzer. a) Buche: Schlagpflanzen, Ansaat unter Schutzbestand. 2jährig unverschult zur Kultur. — b) Eiche: Aussaat im Saatkamp, 1—2jährig verschult, 3—4jährig zur Kultur. Zur Heistererziehung nochmals verschult und ca. 6jährig verwendet. — c) Zahme Kastanie, Juglans-Arten: Aussaat im Saatkamp, zur Kultur als 1- bis 2jährige Lohden. — d) Esche, Ahorn, Erle[87]: Aussaat im Saatkamp, 1—2jährig verschult, 3—4jährig zur Kultur (Erle, Ahorn event. als Stummelpflanzen). — e) Akazie: Aussaat im Saatbeet (weit säen), zur Kultur als 2jährige Lohde. — 2) Nadelhölzer. a) Tanne: Schlagpflanzen, event. 2—3jährig verschult, 5jährig zur Kultur. — b) Fichte: 1—2jährig verschult, Material aus Saatbeeten oder Schlägen (Waldfelder), 3—4jährig zur Kultur. — c) Forche: Aussaat im Saatbeet, 1-, 2-, 3jährig zur Kultur (im letzteren Falle nach vorheriger Verschulung). Schlagpflanzen ausnahmsweise. — d) Schwarzkiefer, Weymouthskiefer, Lärche: Aussaat im Saatbeet, 1—2jährig verschult, 3—4jährig zur Kultur.

E. Ausheben, Beschneiden, Transport, Aufbewahren der Pflanzen.

§ 43. Was im Forstgarten gilt, ist m. m. auch für den großen Kulturbetrieb zu beachten. 1) Ausheben: Die Wurzeln sollen nicht verletzt werden, deshalb Umstechen in derjenigen Entfernung vom Wurzelstock, welche der Entwickelung der Pflanze entspricht. a) Ballenpflanzen: Bewahrung des Ballens in gewünschter Form und Größe. Instrumente sind außer dem gewöhnlichen Spaten verschiedene Hohlspaten, der Hohlbohrer von Karl Heyer[88]), Kegelbohrer von Eduard Heyer[89]), Scherenbohrer von Mühlmann u. a. m. — b) Ballenlose Pflanzen: Ausziehen sollte nur auf ganz lockerem Boden gestattet sein; sonst Ausstechen und Umlegen mit dem Spaten. — 2) Beschneiden. a) des Wurzelteils: beschränkt sich auf glattes Wegnehmen (mit Messer, Schere, Beil) beschädigter Teile der Seitenwurzeln und Pfahlwurzel; letztere ist zwar oft (z. B. bei Juglans-Arten!) ein Hindernis für die Pflanzung; gleichwohl ist es mindestens fraglich, ob deren Verkürzung in allen bezüglichen Fällen angeraten werden darf[90]). — b) des Kronenteils: Bei stärkerem Wurzelverlust ist (nur bei Laubhölzern und Lärche) entsprechendes Einstutzen der Krone zweckmäßig; letzteres auch zur Erzielung guter Kronenform[91]) (Hochstämme). Abwerfen des ganzen Schaftes, Stummelpflanzen, z. B. bei der Eiche, Erle u. s. w. (meist am besten hart über dem Wurzelknoten). — 3) Transport: In Körben oder auf Karren und Wagen (letzteres für Ballenpflanzen, wenn häufigere Stöße bei der Bewegung unvermeidlich, nicht gut), je nach der Entfernung und Pflanzenmenge. Die Pflanzen sind dabei sorgfältigst vor Austrocknung zu behüten: Schlämmen der Wurzeln,

87) Erlenaussaat noch im Herbst hat sich oft bewährt: Festschlagen des Bodens, frühzeitiges Bedecken mit Reisig im Frühjahr.

88) v. Wedekind, „Neue Jahrbücher der Forstkunde“, Heft 1.

89) Tharander Jahrbuch von 1876, 23. Bd., S. 61 ff. und Allg. F. u. J.Z. von 1878 S. 39.

90) Gayer (Waldbau 2. Aufl. S. 356) spricht sich für mögliche Beschränkung des Beschneidens aus. Hauptsächlich bei stärkeren Pflanzen ist dasselbe oft nötig, bei schwächeren zu vermeiden. Manche (z. B. v. Buttlar) wollen eine lange Pfahlwurzel lieber zu einem Knoten schürzen!

91) Vergl. Geyer, Erziehung der Eiche zum Hochstamm.

Einschlagen in feuchtes Moos ꝛc. — 4) Aufbewahren: Kann das Einpflanzen nicht alsbald erfolgen, so ist wiederum sorgsamste Bewahrung der Wurzelthätigkeit, sowie Vermeidung starker Verdunstung nötig. Zu dem Ende Einschlagen der Pflanzen an feuchtem, schattigem Ort in lockere Erde [92]).

III. Herrichtung der Kulturfläche.

§ 44. Eine eigentliche Bearbeitung des Bodens für den unmittelbaren Kulturzweck, wie nicht selten vor einer Saat, findet im allgemeinen nicht statt, es sei denn, daß eine der im 3. Kapitel, erster Teil geschilderten Urbarmachungsarbeiten ausgeführt werden müßte. Etwaige Bodenbehandlung des Waldfeldbaubetriebs kommt an dieser Stelle ebenso wenig in betracht, wie die Anfertigung der einzelnen Pflanzlöcher, welche als eine Arbeit des Vollzugs der Pflanzung aufzufassen ist. Unebenheiten, Steine, Felsen, alte Stöcke u. s. w. beeinträchtigen zwar vielfach einen regelmäßigen Verband, sind aber kein Hindernis der Pflanzkultur an sich und verbleiben zumeist an ihrer Stelle, es sei denn daß auf die Nutzbarmachung des Stockholzes Wert gelegt würde. Zu üppiges Unkraut, unbrauchbare Vorwüchse, nicht gewünschte Oberständer sind zu entfernen.

IV. Vollzug der Pflanzung.

§ 45. A. Pflanzzeit: Zu unterscheiden ist die Anfertigung der Pflanzlöcher, bezw. die Herrichtung der einzelnen Pflanzstellen und das Einsetzen der Pflanzen. 1) Die Pflanzstelle: Abstecken des Verbandes, Anfertigen der Pflanzlöcher, Bildung von Hügeln, Rabatten u. s. w. wird oft mit großem Vorteil (Kürze der eigentlichen Kulturzeit, geeignete Arbeitsverteilung) schon vor dem Beginn des Kulturgeschäftes vorgenommen, oft für die Frühjahrspflanzung schon im Herbst, wobei man einerseits den Gewinn hat, daß die Pflanzlöcher im Winter auffrieren, die Hügelerde mürbe wird, andererseits aber auch manches Pflanzloch zugeschwemmt wird, beim Beginn der Arbeit voll Wasser steht, Hügel zerfallen u. s. w. — 2) Das eigentliche Pflanzgeschäft erfolgt im Herbst und im Frühjahr. Bedingend ist in erster Linie die Sicherheit des Gelingens, abhängig von Standort, Holzart, Beschaffenheit der Pflanzen u. s. w. Im ganzen pflanzt man nicht gern in der Saftzeit [93]). Der Winter bietet meist äußere Hindernisse (Frost, Schnee ꝛc.), mithin ist der Spätherbst und der Anfang des Frühjahrs verfügbar. Nach der Pflanzung im Herbst wurzeln die Pflanzen während des Winters an, entwickeln sich dann unter sonst günstigen Bedingungen im Frühjahr rasch und kräftig, ohne von Trockenheit und Hitze zu leiden. Dagegen sind die frischgesetzten Pflanzen während des Winters Beschädigungen durch Frost, Wasser u. s. w. mehr ausgesetzt. Im Herbst sind Arbeitskräfte oft nicht so leicht zu haben, und das noch nicht gehörig gelagerte Unkraut ist der Kultur hinderlich. Deshalb ist die Frühjahrspflanzung mehr üblich, sollte aber in der Hauptsache vor Erschließen der Knospen, mindestens vor energischer Triebentwickelung beendet sein. Verschiedenes Verhalten der Holzarten (Fichte läßt sich am spätesten noch verpflanzen, Laubhölzer, sowie Lärche im allgemeinen nicht mehr, wenn die Knospen sich öffnen). Kürze des Frühjahrs, sowie einzelne besondere Aufgaben (Rekrutierung in jungen Laubholzbesamungen, Laubholz-Unterbauschlägen ꝛc.) veranlassen nicht selten zur Herbstpflanzung.

---

92) Das Ausheben und Einschlagen in dünne Schichten empfiehlt sich nach Bühler (Prakt. Forstwirth für die Schweiz, 1885, Sept — Okt.) auch zum Zurückhalten der Vegetation im Frühjahr, gegenüber von Kulturverzögerungen (durch die Witterung, Verwendung von Pflanzen aus der Ebene ins Gebirg u. s. w); Bedecken der Beete mit Reisig erwies sich nicht als zweckentsprechend.

93) Vergl. übrigens Dr. Walther: Wann sollen wir unsere Nadelhölzer verpflanzen? Allg. F. u. J.-Z. von 1887, Aprilheft. Daselbst wird unter Umständen der Vorsommer als günstige Pflanzzeit empfohlen, hauptsächlich wegen des dann bei den gesetzten Pflanzen günstigeren Verhältnisses zwischen Wasserverbrauch und Wasseraufnahme.

B. Herstellung geregelter Pflanzverbände: Eine Aufgabe der praktischen Geometrie, nachdem der Verband, die Pflanzweite, event. der Reihenabstand gegeben sind. Anwendung von Instrumenten zum Abstecken rechter Winkel (Winkelspiegel, Kreuzscheibe, Winkelprisma), von Meßstangen und Absteckstäben in Verbindung mit den entsprechend eingeteilten Pflanz- und bezw. Richtschnuren. Anlehnung an gegebene Linien (Wege, Wasserläufe, Grenzen). Arbeiten aus dem Großen ins Kleine.

C. Pflanzenmenge: Im allgemeinen bestimmt durch die im ersten Kapitel des zweiten Abschnittes ad III angestellten Betrachtungen. Im einzelnen Fall können besondere Gründe maßgebend werden. Der mittlere Standraum der Pflanzen oder die Pflanzenzahl pro ha werden zum unmittelbaren Ausdruck der Bestandesdichte bei Pflanzungen gewählt. Berechnung der Pflanzenzahl Z für geregelte Verbände (cfr. I, A dieses Teiles, § 39): Dieselbe ist — für alle Fälle des Kulturbetriebs im großen hinlänglich genau — gleich Kulturfläche F dividiert durch den Standraum der Einzelpflanze. Letzterer ist: 1) beim Reihenverband (a = Abstand der Reihen von einander, b = Entfernung der Pflanzen in den Reihen) = ab; 2) beim Quadratverband (a wird = b) = a^2; 3) beim Dreiecksverband (Dreiecksseite = a) = dem doppelten Inhalt eines gleichseitigen Dreiecks von a Seitenlänge, also = $a^2 \sin 60^\circ = a^2\ 0{,}866$. Mithin ist für

1) Reihenverband $Z = \frac{F}{ab}$,

2) Quadratverband $Z = \frac{F}{a^2}$,

3) Dreiecksverband $Z = \frac{F}{a^2 . 0{,}866} = \frac{F}{a^2} \times 1{,}155$.

Für 1 ha = 10 000 □m hat man

z. B. ad 1) für a =	1,0 m,	1,2 m,	1,5 m	
b =	0,8 m,	1,0 m,	1,0 m	
z =	12 500,	8333,	6667	u. s. w.
ad 2) für a =	1,0 m,	1,2 m,	1,5 m	
z =	10 000,	6944,	4444	u. s. w.
ad 3) für a =	1,0 m,	1,2 m,	1,5 m	
z =	11 547,	8018,	5132	u. s. w.

Modifikationen, auch bei regelmäßigen Flächen, je nachdem man mit den Pflanzenreihen näher oder weniger nah an die Umfangslinien der Kulturfläche heranrückt. — Im großen Durchschnitt ist 1 □Meter Standraum noch als ziemlich enger, 1,2 bis 1,5 □Meter Standraum als mittlerer Verband zu bezeichnen; doch finden sich, je nach den wechselnden Umständen, auch vielfach engere und weitere Verbände (z. B. 0,9 zu 0,7 mit ca. 16 000 Pflanzen pro ha).

§ 46. D. Verschiedene Pflanzverfahren. 1) Ballenpflanzen: Dieselben Instrumente, welche zum Ausheben der Pflanzen benutzt werden (cfr. II, E dieses Teiles, § 43) dienen in der Regel auch zum Anfertigen der Pflanzlöcher, welche in allen Fällen einen der Gestalt und Größe des Wurzelballens möglichst entsprechenden Raum darstellen sollen, so daß jener, nach leichtem Druck mit der Hand, rings an der Lochwandung fest anschließt. Die Ballen werden mindestens bis zu ihrer oberen Grenzfläche in den Boden eingesenkt. — 2) Ballenlose Pflanzen: Die Pflanzung mit denselben ist entweder Lochpflanzung oder Obenaufpflanzung; bei ersterer werden die Pflanzen in Löcher eingesetzt, bei letzterer stehen sie mit ihren Wurzeln über der Fläche des gewachsenen Bodens; a) Lochpflanzung: Im allgemeinen das übliche Verfahren. Die Pflanzen sollen in der Regel nach dem Einsetzen so tief im Boden stehen, wie vor dem Ausheben[94]), also normal etwa bis zur Grenze von Wurzel und Schaftteil. Alle Wurzeln sind möglichst in ihre natürliche Lage zu bringen und mit fruchtbarer Erde dicht zu umgeben; die geringere Erde ist oben auf zu füllen. Hierher gehören u. a. 1) Die gewöhnliche Hackenpflanzung: Anfertigung des Pflanzloches mit Spaten und Hacke. Pflanzung

94) Ausnahme z. B. hie und da die Kiefer im Sand, welche daselbst tiefer eingesenkt wird.

entweder an den Rand oder in die Mitte des Loches (für stärkere Pflanzen; normale Wurzelverbreitung). — 2) Pflanzung nach Biermans: Fertigen des Pflanzloches mit dem Spiralbohrer. Einsetzen besonders (unter Anwendung von Rasenasche) hierfür erzogener Pflänzlinge (2- bis 3jährig), ebenfalls unter Verwendung von Rasenasche oder guter Kulturerde. Gut im Erfolg auf mittelbindigem, nicht verwurzeltem und nicht steinigem Boden, aber nicht sehr rasch arbeitend. Besondere Arbeiter, welche die Löcher fertigen, gehen den Pflanzern voraus. — 3) Das Buttlar'sche Eisen: in mäßig bindigem Boden, das Instrument (spitzer Eisenkeil mit gebogenem Handgriff) wird geworfen, so daß es bis zum Griff senkrecht im Boden steckt. In das durch das Herausziehen gebildete Loch kommt ein eigens erzogener Pflänzling (lange Wurzelstränge); durch Beistechen mit dem Eisen wird die Erde an die Wurzeln gedrückt. Das Verfahren fördert sehr; der nämliche Arbeiter macht das Loch und setzt die Pflanze (Führung des Eisens mit der rechten, der Pflanze mit der linken Hand). — 4) Das Warttemberg'sche Eisen: ein Stoßeisen mit Stiel und Krücke. Zur Kiefernpflanzung (lang hinabhängende Wurzelstränge) häufig benutzt; die Erfolge neuestens viel angefochten[95]). 5) Das Setzholz, der Pflanzdolch u. s. w.

Die Zahl der Kulturinstrumente ist Legion, teils neue Erfindungen, teils Modifikationen bekannter älterer Werkzeuge (z. B. eine Abart des Biermans'schen Spiralbohrers mit schraubenförmig gewundener Spitze des Blattes, von Forstmeister Lang in Neuenbürg). Uebung ist Hauptsache, gute und zugleich rasche (billige) Arbeit Erfordernis. Unter Umständen weitgehende Arbeitsteilung nach den Einzelmanipulationen, wie Anfertigen der Pflanzlöcher, Einlegen der Pflanzen, Andrücken derselben u. s. w. Rasches Ineinandergreifen ist zu bewirken. Verwendung von Frauen beim Pflanzen gestattet wohlfeilere Arbeit. Zahl der insgesamt zu verwendenden Arbeitskräfte nicht größer, als daß dieselben noch gut überwacht werden können. Scharfe Kontrolle bes. bezüglich des Einsetzens. Tagelohn- und Akkordarbeiten in Uebung; letztere zulässig, wenn für Verfehlungen hohe Strafen angesetzt sind.

Alle bisher angeführten Instrumente fertigten ein nach den verschiedenen Seiten ganz oder annähernd gleich weites Pflanzloch. Ihnen stehen gegenüber die Instrumente 6) zur Spaltpflanzung: Pflanzlöcher spaltförmig, dementsprechend unsymmetrische Lagerung der Wurzeln. Nur für geringe Pflänzlinge (1- bis 2jährige) geeignet. Rasche Arbeit. Es werden benutzt der gewöhnliche Spaten, das Pflanzbeil[96]) (besonders viel im vorderen Odenwald), der Keilspaten (Main-Rheinebene) u. s. w. — b) Obenaufpflanzung: 1) Eigentliche Hügelpflanzung[97]): Auf der Pflanzstelle wird aus Erde ein Hügel geformt, in welchen die Pflanze gesetzt wird; dieselbe steht mit ihrem Wurzelknoten meist in der Spitze des Hügels. Wo Windgefahr besonders zu fürchten, könnte behufs Ausbildung einer starken Stützwurzel vielleicht mit Vorteil seitlich an den Hügel gepflanzt werden. Anfertigung der Hügel oft im Herbst. Das Verfahren gut für feuchte Böden, aber nicht billig[98]). Gegen Austrocknen kann man die Hügel durch Belegen mit Rasen sichern. Als erweiterte Hügelpflanzung kann die Bepflanzung von Rabatten (zusammenhängende Hügel) aufgefaßt werden. — 2) Die v. Manteuffel'sche Hügelpflanzung[99]): Die (mit möglichst horizontal streichender Wurzel erzogenen) Pflanzen werden auf den benarbten Boden gestellt und über ihrem Wurzelsystem ein Erdhügel geformt, welcher demnächst mit zwei sichelförmigen Rasenplaggen (Rasenseite nach unten) bedeckt wird. Teuer, weshalb nicht als allgemeines Kulturverfahren, sondern nur für Ausnahmsfälle. — 3) Pflanzung mit Setzreisern und Setzstangen: Letztere

---

95) Vergl. Muhl, „Zur Ehrenrettung des Kiefernjährlings". Allgem. F. u. J.Ztg., 1886. Juliheft.

96) Vergl. Allg. F. u. J.Zeitung v. 1866, S. 121.

97) Vergl. „Aus der Fichtenwirthschaft des Ellwanger Forstes". Allg. F. u. J.Z. von 1880 S. 333.

98) Im württemberg. Revier Roßfeldt kosten 1000 Hügel durchschnittl. 12 Mk., das Einpflanzen 3 Mk., Gesamtaufwand pro ha ca. 100—120 Mk.

99) v. Manteuffel, „Hügelpflanzung", 3. Aufl. 1865.

hauptsächlich bei Pappeln, erstere bei Weiden [100]). Glatte Schnittfläche, Einstecken am besten in ein vorher gefertigtes Loch. Setzstangen sind an einen Baumpfahl zu binden. — 4) Pflanzung durch Absenker: Umlegen von Stockloden behufs Bewurzelung der mit dem Boden in Berührung kommenden Stellen, danach Abtrennen vom Mutterstock. (Ausnahmsweise an manchen Steilhängen z. B. in der Eifel, zur Ausbreitung der Bestockung angewendet).

V. Schutz und Pflege der Pflanzkulturen.

§ 47. Beschränkt sich im allgemeinen auf die Bekämpfung des Unkrautes (ähnlich wie bei den Saatflächen), auf das Offenhalten etwa vorhandener Entwässerungsgräben, Anhäufeln stärkerer Heister, Einfriedigung gegen Wild u. s. w.

Viertes Kapitel.

Bestandesbegründung bei den einzelnen Holzarten.

Vorbemerkung. Nur in kurzen Andeutungen sollen hier die wesentlichsten Verjüngungsarten zusammengestellt werden, welche man in der forstlichen Praxis bei den einzelnen Holzarten antrifft. Das Studium der nachgewiesenen Speziallitteratur in Verbindung mit der Beobachtung im Walde muß die Kenntnis der Details vermitteln. Insbesondere ist von den eingangs aufgeführten Werken hier auf Burckhardts Säen und Pflanzen wiederholt hinzuweisen. Uebrigens wird auch die Besprechung der Betriebsarten (4. Abschnitt) zu einschlägenden Bemerkungen vielfach Anlaß geben.

I. Laubhölzer.

§ 48. 1) Rotbuche [101]).

Natürliche Verjüngung durch Samenabfall bildet die Regel, doch findet sich auch natürliche Verjüngung durch Ausschlag, sowie durch Absenker, ferner künstlicher Anbau durch Saat und Pflanzung.

A. Natürliche Verjüngung:

a) Durch Samen: Hauptsächlich im Schirmschlagbetrieb. Die in § 26 geschilderten Hiebsführungen (Vorbereitungshieb, Samenschlag, Nachlichtungen) haben insbesondere bei der Rotbuche Platz zu greifen, und zwar kommen sie je nach Umständen mit allen daselbst angedeuteten Modifikationen bezüglich des Tempos, in welchem vorgegangen wird, sowie des Grades der einzelnen Eingriffe in den Mutterbestand vor. Wird die Verjüngung ohne länger andauernde allmähliche Vorbereitungshiebe im wesentlichen durch eine entsprechend stärkere Durchlichtung zwecks unmittelbarer Schlagbesamung eingeleitet, so spricht man von der „Verjüngung aus vollem Ort“. Eventuell Bodenverwundung bei Eintritt eines Mastjahres (Kurzhacken, Rechen, Schweineeintrieb, Pflug, Egge), namentlich auf schlechteren Partieen. Wo der Erfolg zweifelhaft, wird am besten nicht lange zugewartet, sondern zur Auspflanzung mit Nadelholz (Fichte, Forche) geschritten. Gefahr durch Frost und Hitze, sowie durch Forstunkräuter ist in erster Linie für die Art der Nachlichtung entscheidend; die Gewinnung eines Lichtungszuwachses an den Mutterbäumen kommt bei der Buche (Brennholzart) meist weniger in betracht. Genügend reichliche und regelmäßige Masten je nach dem Standort vom 70. bis 100. Jahre ab (oft noch früher).

b) Durch Ausschlag: Im Mittelwald, soweit die Rotbuche im Unterholz desselben vertreten sein soll; bekanntlich gibt sie nicht andauernd reichliche Ausschläge.

---

100) Vergl. § 48 betr. die Spezialfälle bei Pappel u. Weide.

101) Vergl. Grebe, Der Buchenhochwald, 1856. — Knorr, Studien über die Buchenwirtschaft, 1863. — Kohli, Zur Geschichte der natürlichen Verjüngung der Buche im Hochwalde. Suppl. zur Allg. F. u. J.-Z. 1873, IX. Bd.

c) Durch Absenker[102]: Ausnahmsweise in besonders kritischen Lagen (steile, sonnige Einhänge).

B. Künstlicher Anbau:

Als Verjüngung bereits vorhandener Buchenbestände ausnahmsweise dann, wenn man aus irgend welchen Gründen das Eintreten einer Mast überhaupt nicht abwarten oder es nicht auf den Erfolg einer nächsten Mast ankommen lassen will, nachdem bereits eine oder mehrere Besamungen fehlgeschlagen sind. Außerdem bei Bestandesumwandlungen, sowie in Gestalt des Unterbaues.

a) Saat: kommt als Vollsaat, Riefensaat und Plätzesaat vor (letztere beiden häufiger). Voraufgehende Bodenverwundung ist auch bei der Vollsaat meist wünschenswert.

b) Pflanzung: meist 2- bis 3jährige Pflanzen (manchmal auch Jährlinge), welche (besonders 2jährige) mit dem Beil oder der Hacke gepflanzt werden; auch wohl geringe Ballenpflanzen mit dem Hohlbohrer. Anwendung stärkerer Pflanzen (bis Halbheister) für Nachbesserung, hie und da auch beim Unterbau ganzer Schläge, doch stets teuer und weniger sicher, freilich an manchen Orten (Heidelbeerüberzug 2c.) nicht zu vermeiden. Einzelpflanzung ist Regel; nur auf trockenem, flachem und steinigem Boden hie und da Büschel. Pflanzmaterial vielfach aus Schlägen, oft Anzucht auf besonderen Beeten unter Nadelholzschutzbestand, sowie im Forstgarten.

2. Eiche[103]:

A. Natürliche Verjüngung:

a) Durch Samen: Im Hochwald durch Benutzung des unter einzelnen Altstämmen oder in Gruppen und Horsten von solchen sich ansiedelnden Nachwuchses, sowie durch planmäßige Herbeiführung einer Naturbesamung (entsprechende vorgängige Bestandeslichtung, Bodenverwundung 2c.) im reinen, sowie als Vorverjüngung im gemischten Bestande 2c.

b) Durch Ausschlag: Im Niederwald und Mittelwald durch Stocklohden; ferner durch Schaftlohden an Schneitelbäumen.

B. Künstliche Bestandesgründung.

Dieselbe bildet im Hochwald immerhin die Regel, weil selbst da, wo in einem zu verjüngenden Altbestande Eichen in der gewünschten Menge und Verteilung bereits vorhanden sind, die Nachzucht ausschließlich durch Samenabfall oft nicht genügend sicher erscheint (Lichtbedürfnis der jungen Pflanzen, obwohl vielfach überschätzt[104]), Abgang durch Mäuse, Vögel, Wild 2c.).

a) Saat: als Vollsaat (Punktsaat unter Anwendung verschiedener Eichelstecker, des Eichelhammers, der Hacke, der Pook'schen Doppelhacke 2c.), sowie als Riefen- und Plätzesaat. Tierfeinde sehr zu beachten, bes. Sauen.

b) Pflanzung: meist mit Forstgartenpflanzen und zwar in der Regel 3- bis mehrjährigen verschulten Pflänzlingen (bis zum Starkheister zur Nachbesserung in Mittelwaldungen, Auspflanzung im Wildpark 2c.); Verschulung der 1- bis 2jährigen Pflanzen.

---

102) Vergl. u. a. v. Fischbach im Forstw. Centralblatt von 1887 S. 137 ff.

103) Vergl. von Manteuffel, Die Eiche, deren Anzucht, Pflege und Abnutzung, 1869.

104) Vergl. Geppert, Erfahrungen über die Verjüngung der Eichenbestände (Zeitschr. für Forst- u. Jagdwesen v. 1887 S. 153 ff.). Daselbst wird vom ostpreuß. Revier Flatow berichtet, daß künstliche Bestandesgründung nach Kahlhieb nicht gelinge, während sich die Eiche unter dichtem Birkenvorwuchs in erfreulicher Menge natürlich ansame und lange wuchskräftig erhalte, wie dies ebenso in Kiefernstangenorten in solchem Umfange der Fall sei, daß deren Umwandlung in Eichenbestände dadurch möglich werde. — Einschleppen von Eicheln in Nadelholzbestände durch Nußhäher: die daraus entstehenden jungen Eichen sind oft überaus zählebig, bilden meist zunächst ein kräftiges Wurzelsystem aus und sind infolge dessen nach der Freistellung nicht selten vollkommen entwickelungsfähig. Vergl. auch Dr. Ed. Heyer, Beitrag zum reinen und gemischten Eichenniederwald und -Hochwald 2c. (Allg. F. u. J.Z. v. 1884 S. 207 u. S. 229). — Vielfach sehr gute nat. Verj. durch Samen auf Schieferböden der Rhein- und Moselgegend.

Meist Pflanzung mit ballenlosen Pflänzlingen. Pfahlwurzel bei der Kultur oft hinderlich, dann event. Einstutzen derselben (siehe § 43). Anwendung von Stummelpflanzen (abwerfen nahe über dem Wurzelknoten) bei der Eiche besonders zu empfehlen: sicheres Anschlagen, kräftige Triebe (doch nicht selten anfänglich mehrere gleichwertig). Anzucht guter Heister, event. durch mehrfaches Verschulen, Beschneiden 2c. [105]).

c) Spezialfall des Waldfeldbaues, wobei die Eiche (mittelst Saat oder Pflanzung) auf gerodetem Lande nach Kahlabtrieb nachgezogen wird.

In Frostlagen bedarf die Eiche vielfach des Schutzes (mindestens seitlich) durch eine frostharte Holzart (Forche, Birke 2c.), welcher durch lichten Vorbau oder Zwischenbau zu gewähren ist. — Nur frische, kräftige Böden sollten dauernd der Eichenzucht gewidmet sein; man soll die Eiche, so schätzbar sie als Nutzholzart ist, doch einem zu geringen Standorte nicht aufzwingen wollen!

3. Hainbuche:

Verjüngung durch Stockausschlag im Mittelwald (für diesen eine sehr schätzbare Holzart), sowie als meist reichliche (oft zu reichliche!) Beimischung im Hochwald durch Samenanflug. Künstlicher Anbau nur in besonderen Fällen, wie z. B. Pflanzung beim Unterbau von Eichen auf feuchteren, kälteren Stellen, wo die Rotbuche gefährdet ist: 2- bis 3jährige (Schlag- oder Saatschul-)Pflanzen. Hainbuchen- Kopfholzstämme auf Viehtriften; für diesen Zweck Heisterpflanzung.

4. Esche:

Auf besonders kräftigem, frischem Boden stellt sich Eschenanflug auch unter dichtem Kronendach nicht selten in solcher Ueppigkeit ein, daß derselbe im Falle natürlicher Verjüngung des Bestandes sehr in Betracht kommt. Immerhin ist künstlicher Anbau dieser Holzart Regel: ausnahmsweise durch Saat (z. B. Plätzesaat in kleinerem Umfang), meist durch die infolge reichlicher Bewurzelung sehr sichere Pflanzung, zu welcher gewöhnlich ballenlose, vorzugsweise verschulte Pflänzlinge (1- bis 2jährig verschult, meist 2jähriges Belassen im Pflanzbeet), seltener Schlagpflanzen benutzt werden. Zur Ergänzung des Oberholzes im Mittelwald, zum Einsprengen in bereits herangewachsene Buchenheegen oder auf sehr unkrautreiche Orte oft stärkere Pflanzen (event. nochmals verschulte Heister). — Esche als Schneitelstamm durch Heisterpflanzung.

5. Ulme:

Pflanzung mit verschieden starken Forstgartenpflanzen (je nach den Umständen von der 1jährigen Lohde bis zum Starkheister) bildet die Regel. Sicheres Anschlagen. Ausschläge im Mittelwald.

6. Ahorn:

Natürlicher Aufwuchs aus Samen sowie als Stockausschlag nicht selten benutzbar (Stehenlassen nur einer Lohde auf dem Stock); sonst meist Pflanzung mit verschulten 3- bis 4jährigen Pflänzlingen, nach Bedarf auch älteren Pflanzen (Stummelpflanzen oft anzuraten!), seltener Saat (hie und da Plätze-, auch wohl breitwürfige Saat, gleichzeitig mit Esche, in Buchenschläge zur Zeit der Samenschlagstellung).

7. Erle:

Natürliche Verjüngung durch Ausschlag (Niederwald), sonst meist Pflanzung mit verschultem Material verschiedener Stärke, je nach den Umständen; vielfach am besten Stummelpflanzen. Pflanzzeit in Brüchern meist der Herbst; oft mittelst Kreuzstichs.

---

105) Vergl. Schwappach, Zur Frage der Erziehung von Eichenheistern (Zeitschr. f. Forst- u. J.wesen 1887 S. 2 ff.). Nach den daselbst mitgeteilten Versuchen der Hauptstation für Versuchswesen in Preußen hat 2malige Verschulung (zwischen dem ersten und zweiten Umsetzen nur 2 Jahre) mit möglichst wenig Eingriffen in den natürlichen Entwickelungsgang die besten Ergebnisse geliefert, sowohl in Absicht auf das Pflanzmaterial als auf die Kosten.

8. Linde:

Im deutschen Walde nicht häufig Gegenstand ausgedehnteren Anbaues (dann meist Pflanzung sehr sicher); meist Stockausschläge.

9. Pirus-, Prunus- und Sorbus-Arten, wo sie künstlich eingebracht werden (Alleen ꝛc.), durch Pflanzung. Im Inneren der Bestände meist natürlich durch Ansamung oder Ausschlag.

10. Birke:

Meist reichlicher Anflug, sobald nur einige Samenbäume vorhanden; auch Stockausschläge. Künstlicher Anbau durch Saat (z. B. Vollsaat zur Erziehung eines Schutzbestandes; Behandlung des Bodens nach der Saat mit der Strauchegge) oder durch Pflanzung (meist Schlagpflanzen) am besten zeitig im Frühjahr.

11. Falsche Akazie:

Pflanzung mit Saatschulpflanzen.

12) Zahme Kastanie[106]):

In Deutschland (Pfalz, Elsaß ꝛc.) besonders geschätzt als Holzart des Niederwalds (Gewinnung von Rebpfählen): Stockausschläge reichlich und kräftig. Begründung neuer Bestände meist durch Pflanzung mit 1- bis 3jährigen (in der Mehrzahl der Fälle 2jährigen) Lohden, Anzucht der nötigen Pflanzen (pro ha 6000—8000 Stück erforderlich) in rigolten Saatbeeten (Spitze der Frucht beim Einlegen nach unten!); Kosten der Erziehung pro 1000 2jähriger Pflanzen ca. 12 Mark. Pflanzung im Frühjahr mit der Hacke oder einem Klemmeisen (spatenartig abgeändertes Buttlar'sches Eisen); Pflanzen teils unbeschnitten, teils (besser) nach Einstutzen der Seitenäste oder als Stummelpflanzen. Jährliches Reinigen und Behacken der Kultur. Bodenpflege durch Grabenziehen („Belebungsgräben"). — Saat hie und da als Vollsaat (bezw. Punktsaat, wie bei der Eiche) mit 3 Hektoliter Kastanien pro ha (30000 Stück) oder Rillen- oder Plätzesaat. Gefahr durch Wildschweine.

13. Pappel:

Pflanzung mit Setzstangen. Vermehrung durch Wurzelbrut und Selbstbesamung bei der Aspe.

14. Weide[107]):

Für Korbweiden ist durchschnittlich am besten (nach Krahe) Pflanzung von 30 cm langen Stecklingen (1- bis 4jähriges Holz), senkrecht in den 50 cm tief rigolten Boden und zwar in engem Verband (50 zu 10, also bis 200000 Stück pro ha!). Bodenpflege (Behacken), event. Düngen ꝛc. — Am meisten empfohlen Salix viminalis, amygdalina, sowie eine Mischsorte aus S. vininalis und purpurea. Bei der Wahl entscheidet zuerst der Boden, dann die Masse des Aufwuchses (sehr ertragsreich sind u. a. Mandelweiden), sowie die Flechteigenschaften, die Widerstandsfähigkeit gegen Witterungseinflüsse (am härtesten sind Purpurweiden), die Blattmenge (S. viminalis, amygdalina besser als Purpurweide). Man soll nicht verschiedene Arten untereinander pflanzen.

Die als ein Hauptteil des sog. Weichholzes in den Schlägen auftretenden Weiden (besonders S. caprea, cinerea etc.) erscheinen meist als Ausschläge und durch Samenanflug.

II. Nadelhölzer.

§ 49. 1) Weißtanne:

Wenn irgend eine Holzart, so ist die Tanne vermöge ihrer Eigenschaften zur natürlichen Verjüngung durch Samenabfall bestimmt. Künstliche Bestandesgründung ist — ab-

---

106) Vergl. Kaysing, Der Kastanienniederwald, 1884. — Aufsätze in der Allg. F. u. J.Z. 1879 S. 206; 1883 S. 37 (Osterheld — Pfalz); 1883 S. 241 (Rebmann — Elsaß).

107) Vergl. Schulze, Die Kultur der Korbweide, 1874. — Schmid, Die Anpflanzung und Kultur der Korb- und Bandweiden, 1883. — Krahe, Lehrbuch der rationellen Korbweidenkultur, 4. Aufl. 1886.

gesehen von den (neuerdings zahlreich auftretenden) Fällen, in welchen die Neuanlage von Tannenbeständen erfolgen soll — Ausnahme und findet meist nur da statt, wo wirtschaftliche Mißstände (Ueberalthölzer, Sturmlücken 2c.) eine natürliche Verjüngung überhaupt nicht mehr oder nicht mit der nötigen Sicherheit erhoffen lassen. Die künstliche Bestandesgründung findet sich als Saat und als Pflanzung.

A. Natürliche Verjüngung [108]):

Dieselbe erfolgt im Femelbetrieb und im Schirmschlagbetrieb, bezw. im Femelschlagbetrieb (vergl. den 4. Abschnitt). In allen diesen Fällen kommt die Zählebigkeit der Tanne, sowie ihre langsame Jugendentwickelung in Betracht. Folge des großen Schattenerträgnisses derselben ist, daß sich Besamung meist ohne besonderen Vorbereitungshieb und Samenschlag oft schon im 70- bis 80jährigen Bestandesalter reichlich einstellt, mindestens auf denjenigen Stellen und in deren Umgebung, welche durch Auszug von Krebstannen, eingesprengten Mischhölzern u. s. w. etwas (wenn auch nur mäßig) gelichtet sind. Werden solche Aushiebe schadhafter oder sonst unerwünschter Bäume in gesteigertem Maße nötig, so entstehen ganz von selbst Löcher im Bestande, auf welchen der Jungwuchs bald in die Höhe geht; deren allmähliche Erweiterung führt zur Verjüngung des ganzen Bestandes.

Wo sich dieser, die Regel bildende Vorgang nicht (gewissermaßen ganz von selbst) abspielt, hat man es in der Hand, die Verjüngung (in längerem oder kürzerem Zeitraum) mittelst gleichförmiger Schlagstellung durch den ganzen Bestand hin (regelmäßige Vorbereitungshiebe mit gleichmäßiger, allmählicher Durchlichtung 2c. — Schirmschlag Gayers) oder derart durchzuführen, daß man die einzelnen Bestandespartieen nacheinander verjüngt, bezw. sich jene Löcher durch gruppen- und horstweise Eingriffe künstlich schafft (horst- und gruppenweise Verjüngung Gayers — vergl. auch: zweiter Abschnitt, 2. Kap. A, II, 2 und vierter Abschnitt).

Hinsichtlich des Verjüngungszeitraumes wird die Erwägung maßgebend, ob man im konkreten Falle auf raschere Erstarkung des Jungwuchses oder auf längeres Andauern des Lichtungszuwachses an den Mutterbäumen den größeren Wert legt. Ueber die etwaige Benutzung des Vorwuchses siehe § 52; erstreckt sich die vollständige Verjüngung eines Bestandes auf die ganze Umtriebszeit, so kommt man zum eigentlichen Femelbetrieb.

B. Künstlicher Anbau:

Allgemein unter Schutzbestand besonders wegen der Frostempfindlichkeit und starken Verdunstung der Tanne. Doch in Notfällen (siehe oben) auch im Freien, dann aber fast ausschließlich mittelst Pflanzung; genügender Erfolg hauptsächlich bei großer Luftfeuchtigkeit.

a) Saat:

Bei Umwandlung anderer Holzarten in Tanne und beim Unterbau in Anwendung, in Ausnützung guter Samenjahre. Meist als Riefen- oder Plätzesaat; Aussaat im Herbst. Bei Anlegung horizontaler Riefen an Hängen oft mit Vorteil Aussaat des Samens auf den am unteren Riefenrande angehäuften Aufwurf, damit die Keimpflanzen nicht, wenn in der vertieften Riefensohle stehend, von Wasser zugeflößt und von Laub 2c. überlagert werden; überdies besonders kräftige Wurzelbildung auf dem Riefenrande.

b) Pflanzung:

Beim Unterbau meist 4- bis 6jährige, einmal verschulte Pflanzen. Material für die Verschulung liefern massenhaft die Riefen- und Plätzesaaten, sowie die natürlichen Besamungen; andernfalls Anlegung besonderer Saatbeete. Wird in kontinuierlichem Zuge die Umwandlung auf größeren Flächen durchgeführt, so findet man vielfach Saat und

108) Vergl. u. a. die Referate und Debatten bei der deutschen Forstversammlung zu Wildbad 1880 (Die Referate finden sich in der Allg. Forst- u. J.Z. von 1880: Schuberg S. 304, Probst S. 311), ferner Verhandlungen des badischen Forstvereins zu Wolfach 1884. — Magenau, „Tannenverjüngung auf dem Jura". Allg. F. u. J.Z. v. 1887 S. 312 ff.

Pflanzung (je nach dem Ausfall der Samenernte, der verfügbaren Pflanzenmenge rc.) in verschiedentlich variierter Kombination. Dabei verdient der Altersvorsprung der Pflanzung Beachtung. Verwendung meist ballenloser Pflänzlinge unter Benutzung der Hacke. — Zur Pflanzung auf Kahlflächen werden (besonders wegen Unkräuterwuchs) oft stärkere, zweimal verschulte Pflanzen verwendet (teuer!).

Gefährdung der Tannenkulturen durch Wildverbiß.

2. Fichte:

Bei derselben treten alle für ein Nadelholz überhaupt in Frage kommende Kulturmethoden in lebhafte Konkurrenz, hauptsächlich deshalb, weil bei ihr die Freilandskultur in den meisten Fällen ebenso möglich ist, wie die Verjüngung unter einem Oberstand. Es handelt sich vielfach nur um „gut" und „besser"; neben gewissen allgemeinen Grundsätzen sind vorzugsweise bei der Fichte örtliche Erwägungen von Fall zu Fall entscheidend, und es ist begreiflich, daß gerade über ihren Anbau von jeher lebhaftester Meinungsaustausch stattgefunden hat.

Man findet natürliche und künstliche Verjüngung, letztere als Saat und Pflanzung, beide wieder in den verschiedensten Formen. Die ursprünglich allgemeine natürliche Verjüngung ist vielenorts fast vollständig durch Kahlschlagwirtschaft mit nachfolgendem künstlichem Anbau verdrängt worden; neuestens kehrt man in den verschiedensten Gegenden wieder mehr zur natürlichen Verjüngung zurück. Von jeder einseitigen generellen Befürwortung einer bestimmten Methode sollte man absehen.

A. Natürliche Verjüngung:

Die Gründe zu gunsten derselben sind in der Hauptsache die allgemein gegen Kahlhieb geltend gemachten, vornehmlich den Bodenzustand betreffenden [109]). Eigentlicher Femelbetrieb, abgesehen von höheren Gebirgslagen, selten; Schirmschlagbetrieb oder Femelschlagbetrieb ist Regel, letzterer, wenn (cf. Gayer) die ausgesprochene Absicht vorliegt, einen ungleichförmigen Bestand nachzuziehen. Im ganzen muß die Verjüngung in rascherem Tempo geführt werden wie bei der Tanne, der junge Aufwuchs der Fichte verlangt baldigst einen bedeutenderen Lichtgenuß (Modifikationen je nach Oertlichkeit), mithin meist stärkere Eingriffe schon in Gestalt von Vorbereitungshieben. — Verjüngung durch Randbesamung, wenn je, so am ersten bei der Fichte noch zulässig (siehe 2. Kapitel A, I dieses Abschnittes).

B. Künstliche Bestandesgründung.

a) Saat: Als Vollsaat, Riefen- und Plätzesaat, letztere im ganzen seltener. Spezialfall der Vollsaat z. B. im württembergischen Waldfeldbau, Forst Ochsenhausen [110]). — Fichten Dammsaat [111]): Aussaat auf erhöhte Saatstellen (analog der Hügelung beim Pflanzen) bei undurchlassendem, thonigem Untergrund und starker Grasnarbe. Dämme $^1/_2$ m breit, 10 bis 15 cm hoch, 1,5 m Abstand von Mitte zu Mitte.

b) Pflanzung: Als Einzel- und als Büschelpflanzung; als Loch- und als Hügelpflanzung, event. auf Rabatten; mit 2- bis 6jährigen Pflänzlingen (mit oder ohne Ballen), hie und da mit noch stärkerem Material (bei Nachbesserungen); unter Anwendung der verschiedensten Instrumente (Buttlars Eisen, Spiralbohrer, Hacke, Stoßspaten rc.).

Pflanzenmaterial liefern Schläge, bezw. Saatstellen (z. B. massenhaft die Waldfelder); meist Verschulen (1- und 2jährige Pflanzen) und danach 1- bis 2jähriges Belassen im Pflanzbeet. In windigen Freilagen, wie u. a. auf Hochflächen des Gebirgs, keine zu starken Pflanzen (Losrütteln durch den Luftzug vor dem festen Anwurzeln), event. Pflanzung in

109) Neuestens ist namentlich den Fichtenpflanzungen, gegenüber der natürl. Verjüngung, die Bildung zahlreicher Doppelgipfel, die ungünstigere Beastung, stärkere Rotfäule rc. vorgeworfen worden. — vergl. Grasmann, Beobachtung in Fichtenpflanzbeständen (Forstw. Centralblatt von 1886 S. 560 ff.), Grasmann, Entgegnung an Rommel (Allg. F. u. J.Zeitg. v. 1887 S. 130), ferner Dr. Stötzer, „Zur Frage der Rätlichkeit des Fichtenanbaues durch Pflanzung" (Forstw. Centralblatt v. 1887 S. 404).

110) Vergl. Allg. F. u. J Z. von 1884 S. 341.

111) Vergl. Schulze, Fichtedammsaat. Tharand. Jahrbuch 1887 S. 92 ff.

Löcher oder hinter kleine Schutzdämme. — Verbandweite je nach dem Wirtschaftszweck (z. B. Einfluß des Hopfenstangenhandels) sehr verschieden; Reihenverband findet sich z. B. von 0,5 zu 0,9 Meter bis zum Quadratverband mit 2,0 und mehr Meter Seite (derart weite Verbände natürlich nur ausnahmsweise).

C. Gem. Kiefer:

Für diese galt, während man früher offenbar die natürliche Verjüngung durch Schlagbesamung häufiger fand, in den letzten Jahrzehnten doch im allgemeinen die künstliche Bestandesbegründung auf der Kahlfläche (durch Saat oder Pflanzung) als Regel. Resultate dieser Art der Verjüngung vielfach vortrefflich, doch teilweise auch recht zweifelhaft, namentlich infolge von Bodenverhagerung, sowie insbesondere von Maikäferschaden. Darum neuestens wieder zahlreiche Stimmen für natürliche Verjüngung durch Randbesamung (?) oder — zumeist — durch Schirmschlag [112]).

A. Natürliche Verjüngung:

Insbesondere auf besseren Standorten zulässig. Verhältnismäßig rasche Nachlichtung, wenn sich Aufschlag eingestellt hat, ist mit Rücksicht auf das Lichtbedürfnis der Kiefer, bezw. raschere Erstarkung des Jungwuchses erwünscht. Beihilfe durch Saat oder Pflanzung auf Fehlstellen ist dem langen Warten auf vollständigen Aufschlag vorzuziehen.

B. Künstlicher Anbau.

a) Saat: Meist unter Verwendung entflügelten Samens, hie und da Zapfensaat [113]). Entweder Vollsaat (nach vorheriger Entfernung stärkeren Bodenüberzugs; bei nur kurzer Grasnarbe vorheriges Wundmachen des Bodens mit der Egge — Strauchegge — auch wohl Aussaat ohne dieses und nachheriges Ueberfahren mit der Egge; hie und da nur Schafauftrieb oder, wenn der mineralische Boden nur ganz licht überkleidet ist, häufig auch Unterlassen jeglicher besonderen Vor- und Nacharbeit) oder Riefensaat (in der Ebene event. unter Anwendung einer Säemaschine; öfters vorheriges Furchenpflügen) oder endlich Plätzesaat (Anwendung des Kreisrechens).

b) Pflanzung: Mit ballenlosen Pflänzlingen und mit Ballenpflanzen (besonders gut — rasch fördernd und wohlfeil, dabei von bestem Erfolg — u. a. der Heyer'sche Hohlbohrer von 5—7 cm Weite), 1- und 2jährige Pflanzen bis zum Heister aufwärts (zu Nachbesserungen). Zur Pflanzung mit ballenlosen Pflänzlingen Anwendung verschiedener Instrumente: Keilspaten, Pflanzstock u. s. w. Vorsicht mit vorherigem starkem Anschlemmen! Neuestens lebhafte Erörterung über die Pflanzung 1jähriger Kiefern [114]) und die Anwendung der Klemmpflanzen (Wartemberg'sches Eisen). — Pflanzweite verschieden; beim Voranbau behufs Nachzucht einer schutzbedürftigen Holzart in weiterem Verband.

Spezialfall der Kiefer im Waldfeldbau: 1- bis 2jährig gepflanzt im Rodland, Reihen in 1,5 m Entfernung; Pflanzabstand in den Reihen 0,5 m.

4) Schwarzkiefer:

Meist Pflanzung 1- bis 4jährig. Schwierige Umstände bei Bewaldung steiler Kalkhänge.

5) Lärche:

Unter gegebenen Bedingungen stellt sich Anflug ein. Doch meist künstlicher Anbau und zwar

a) Saat: behufs Einsprengung der Lärche in andere Holzarten, entweder breit-

---

112) Vergl. Borggreve, Holzzucht S. 136 ff. Daselbst wird in einer unzweifelhaft zu sehr generalisierenden Weise die Rückkehr zur nat. Verj. gefordert und zwar mit einer verhältnismäßig dunklen Schlagstellung; Gesamtverjüngungszeit 10—20 Jahre. Bei entsprechend langem Zuwarten soll man genügenden Aufschlag erhalten. — Vergl. auch Danckelmann, Zeitschr. f. F. u. J. 1887 S. 64 ff., sowie Pfeil, Die deutsche Holzzucht.

113) v. Alemann, Ueber Forstkulturwesen, 3. Aufl. 1884 S. 65 ff.

114) Vergl. Muhl, Zur Ehrenrettung des Kiefern-Jährlings. Allg. F. u. J.Z. von 1886 S. 221 ff., woselbst die neuere Litteratur über die Frage nachgewiesen ist.

würfig oder als Plätzesaat (z. B. 2 kgm Lärchen= und 5 kgm Kiefernsamen zur Erzielung einer Mischung der Kiefer mit der Lärche im Verhältnis von etwa 5 : 1, da Lärchensamen meist wesentlich geringere Keimfähigkeit hat, als die Kiefer);

b) Pflanzung: meist verschultes Material (3= bis 4jährig, seltener als stärkerer Heister und dann zweckmäßig unter Einstutzen der Zweige; es kommt darauf an, daß die Lärche ihrer Umgebung voraneilt). Anwendung der Hacke. Gewöhnlich eingesprengt in andere Holzarten (Laubholz= wie Nadelholzbestände, Mittelwald), einzeln oder horstweise oder in Reihen, an Wegrändern u. s. w.; hie und da in reinem Bestande, der dann frühzeitig unterbaut wird.

6) Weymutskiefer:

Meist Pflanzung mit verschultem Material (3= bis 4jährig).

III. Gemischte Bestände.

§ 50. Angaben über die leitenden Gesichtspunkte finden sich bereits im ersten Abschnitt, III, B, 3. Man beschränkt sich deshalb hier auf einige ergänzende Bemerkungen bezüglich der Ausführung der Kulturen. Letztere bietet im allgemeinen keine Besonderheiten; man muß unter Beachtung aller Eigentümlichkeiten der einzelnen Holzarten (Schattenerträgnis, Höhenentwickelung, Keimprozente, Sicherheit des Anschlagens bei Pflanzung u. s. w.) die Methode wählen und insbesondere die relative Menge an Saatgut oder Pflänzlingen der verschiedenen beteiligten Spezies bestimmen. Der Bestandespflege ist in Absicht auf Erhaltung und Förderung des Mischwuchses ein wesentlicher Teil der Arbeit zu überweisen; immerhin darf man von ihr nicht alles erwarten, sondern sollte, wenn möglich, schon bei der Bestandesanlage alles so einrichten, daß der Wald in sich den Mischwuchs dauernd erhält [115]), wenigstens immer dann, wenn, was man der Bestandespflege an Sorge abnimmt, nicht durch Nachteile anderer Art ganz oder teilweise aufgewogen wird (siehe erster Abschnitt III, B). Daß bei der Durchführung von Bestandesmischungen der in der Minderzahl eingesprengten Holzart schon bei der Kultur, namentlich bei Pflanzung besondere Sorgfalt zugewendet wird, ist begreiflich; ist sie doch meist die wertvollere.

Die Ergänzung des Oberholzes im Mittelwald, meist durch Pflanzung (Esche, Ahorn, Eiche, Erle, auch Nadelhölzer), kann als Spezialfall der Begründung gemischter Bestände angesehen werden.

Dritter Abschnitt.

Die Bestandeserziehung.

Vorbemerkungen.

§ 51. Alle waldbaulichen Maßnahmen, welche von der Bestandesbegründung an bis zum Zeitpunkte der Hiebsreife oder allgemeiner bis zu den direkt auf Begründung eines Neubestandes abzielenden Wirtschaftsoperationen vorgenommen werden, gehören in das Gebiet der Bestandeserziehung. Die Bestandesbegründung ist beendet, sobald der Boden mit derjenigen

115) Vergl. Gayer, Der gemischte Wald 1886. Darin sind auch hinsichtlich der Kultur eine Menge äußerst schätzbarer Erörterungen niedergelegt. Als wesentlichstes Mittel der Erhaltung wertvoller Bestandesmischungen betrachtet Gayer den Vorbau, bei welchem die Mischholzart vor Aberntung des jetzt vorhandenen Bestandes eingebracht wird. Derselben wird dadurch (neben horstweiser Isolierung, für welche bekanntlich G. im allgemeinen eintritt) ein Altersvorsprung gegeben, hinreichend, um die Erhaltung der eingesprengten Holzart wenigstens bis zur ersten Durchforstung zu sichern. Von da ab kann die Bestandespflege einsetzen. Warum dabei auch der künstliche Voranbau der einzelnen Horste innerhalb einer Abteilung grundsätzlich nach und nach erfolgen soll, ist nicht recht ersichtlich. Die Ungleichförmigkeit im einzelnen Bestande sollte nicht weiter gehen, als erforderlich ist, um die vollkräftige Entwickelung des Mischwuchses zu gewährleisten.

Menge entwickelungsfähiger junger Individuen bedeckt ist, welche für das Heranwachsen eines den Wirtschaftszwecken entsprechenden neuen Bestandes erforderlich ist; außer der ersten Bestandesanlage gehören also zur Bestandesbegründung auch alle Nachbesserungen, und wenn man den Begriff der Entwickelungsfähigkeit des Jungwuchses als „ohne Beihilfe durch Reste des früheren Bestandes — durch Mutterbäume, Schutzbestand aus Teilen des hiebsreifen Ortes — möglich" interpretiert, so muß auch die allmähliche Entnahme des bei der natürlichen Verjüngung zunächst verbliebenen Oberstandes dem Gebiet der Bestandesbegründung überlassen bleiben, während alle diejenigen Eingriffe, welche planmäßig in die Substanz des neu erwachsenden Bestandes erfolgen, als Vornahmen der Bestandeserziehung aufzufassen sind. Beim Femelbetrieb läßt sich eine scharfe Scheidung beider Kategorien von Wirtschaftsoperationen nicht leicht durchführen.

Aufgabe aller Bestandeserziehung oder Bestandespflege ist es, die Entwickelung der Bestände so zu leiten, daß dieselben dem Wirtschaftszweck möglichst vollkommen entsprechen. Damit dies Ziel erreicht werde, müssen nicht nur alle Gefahren fern gehalten und die nachteiligen Wirkungen etwa eingetretener Beschädigungen auf ein möglichst geringes Maß reduziert werden, sondern es muß auch der in ungefährdetem Wachstum stehende gesunde Bestand innerhalb des durch den Wirtschaftszweck gegebenen Rahmens der höchstmöglichen Leistung zugeführt werden.

Durch die Betonung des Wirtschaftszweckes ist, sofern dieser wechseln kann, die starre Schulregel vermieden, der Wirtschaft eine gewisse Beweglichkeit gewahrt, dem Willen des Waldbesitzers, dessen Interessen an verschiedenen Orten und unter verschiedenen Umständen sehr von einander abweichende sein können, der nötige Spielraum gesichert. Es kommt also vor allem darauf an, die wirtschaftlichen Ziele, welche zu verfolgen sind, klar zu stellen. Im allgemeinen hat man dieselben in der höchsten Rentabilität des Betriebes zu erblicken, und da in den meisten Fällen dem Nutzholz der höhere Wert zukommt und unter dieser Gesamtrubrik wiederum die stärkeren Stangen und das Stammholz in guter marktfähiger Waare (bestimmte Länge und Stärke, Geradschaftigkeit und Astreinheit) gewöhnlich den Ausschlag geben, so kann man, wenigstens für die meisten Hochwaldungen, unbedenklich die Anzucht möglichst vielen und guten Langnutzholzes als Wirtschaftszweck hinstellen, zumal seit in neuerer Zeit die immer weiter gehende Verwendung von Surrogaten den Brennholzmarkt fast überall so wesentlich eingeschränkt hat. Selbstredend sind in jedem einzelnen Falle die Absatzverhältnisse aufs sorgfältigste zu beachten; die gewerblichen Verhältnisse bringen es nicht selten mit sich, daß einzelne Sortimente örtlich eine erhöhte Bedeutung erlangen, infolge deren ihrer Anzucht, sofern sich dieselben nicht beim gewöhnlichen Betrieb in genügender Menge nebenbei ergeben, besondere Sorge gewidmet sein muß. Daß bei aller Bestandserziehung im Interesse des jetzt vorfindlichen Bestandes, sowie insbesondere mit Rücksicht auf die Nachhaltigkeit der Wirtschaft die Bodenpflege eine hervorragende Rolle zu spielen hat, ist selbstverständlich, übrigens auch in den bisherigen Erörterungen schon mehrfach betont worden.

Einen Uebergang zwischen Bestandesbegründung und -erziehung bilden diejenigen Maßregeln, welche, unmittelbar an die Vornahme der Kultur anschließend, die allererste Entwickelung der jungen Pflanzen fördern, bezw. schützen sollen, also z. B. Ausziehen von Pflanzen in (absichtlich oder unabsichtlich) zu dichten Saaten [116]), Auftreiben von Schafherden gegen Rüsselkäfer und gegen Unkraut, Ausschneiden des Grases zwischen den Saat-

116) Auf den Waldfeldbauflächen des Württembergischen Forsts Ochsenhausen wird zur Fichten-Einsaat ein so bedeutendes Samenquantum, bis 25, ja 40 kg pro ha verwendet, daß die auf dem schon vorher durch landwirtschaftliche Benutzung gelockerten Boden meist trefflich keimenden Pflanzen nicht alle Platz finden, sondern zum großen Teil für anderweite Kulturen abgegeben werden. cfr. Der Waldfeldbaubetrieb im Forst Ochsenhausen. Allg. F. u. J.-Z. v. 1884 S. 341.

und Pflanzreihen, Ausraufen der Unkräuter u. s. w. Alle diese Vornahmen dienen zwar unzweifelhaft schon der Bestandeserziehung, können aber auch noch als zur Ausführung der Kultur selbst gehörig oder als direkte Maßregeln des Forstschutzes betrachtet werden; sie sollen deshalb und, weil die eigentliche Bestandeserziehung doch in und mit dem auf der Fläche erwachsenden Material an Holzpflanzen arbeitet, an dieser Stelle nicht weiter besprochen werden.

Die Bestandeserziehung umfaßt nach dieser Abgrenzung die sog. Reinigungshiebe, die Durchforstungen, die Aufästungen, die Auszugshauungen, den Unterbau und den Lichtungsbetrieb.

Erstes Kapitel.

Die Reinigungshiebe.

§ 52. Unter denselben ist die Entnahme solcher Holzgewächse zu verstehen, welchen bei der Bestandesbildung die Mitwirkung versagt sein soll, d. h. einmal die Individuen derjenigen Holzarten, deren Anzucht auf dem gegebenen Lokal überhaupt nicht beabsichtigt ist, sodann von den das Objekt der waldbaulichen Thätigkeit bildenden Holzarten diejenigen Exemplare, welchen schon bei oder unmittelbar nach der Bestandesbegründung die Fähigkeit abgesprochen werden muß, tüchtige Bestandesglieder zu werden. Hierher gehört:

I. Der Aushieb von Vorwüchsen[117]) (Wölfe), als welche Individuen der demnächst den Bestand bildenden Holzart bezeichnet werden, die sich schon, bevor die Fläche in Kultur gebracht wurde, auf derselben eingefunden hatten oder, wenn gleichzeitig mit den umgebenden Individuen entstanden, aus irgend einem Grunde eine die Nachbarn schädigende besonders rasche Entwickelung zeigen. Letzteres ist z. B. nicht selten der Fall bei Stockausschlägen, welche sich oft ungebührlich vordrängen. Es kann dann die Frage entstehen, ob man dieselben sämtlich entfernen oder sie in beschränktem Umfang, durch Belassen einzelner Lohden zur Bestandesbildung beiziehen will. Frühzeitig vorgenommener Abhieb von Stocklohden hat bei den meisten Holzarten, wie Eiche, Ahorn u. s. w. die Neubildung von solchen und damit oft neues Bedrängen der umstehenden Pflanzen zur Folge; es ist, falls gänzliches Entfernen beabsichtigt wird, oft zweckmäßig, wenn man, gewissermaßen um die Stöcke lahm zu legen, zunächst auf jedem Stock eine oder wenige Lohden stehen läßt, welche in der nächsten Zeit so sehr alle Kraft für sich in Anspruch nehmen, daß die ringsum neu entstehenden Ausschläge verkümmern. Dann werden die stehengelassenen Einzellohden, welche inzwischen in ihrer isolierten Stellung nicht geschadet, sondern im Gegenteil häufig vielleicht noch einen ganz wohlthätigen Schutzbestand gebildet hatten, nachträglich weggenommen. Inzwischen sind die umgebenden Holzpflanzen so weit herangewachsen, daß ihnen neu erscheinende Stockausschläge nicht mehr bedenklich werden.

In den meisten Fällen handelt es sich um solche Vorwüchse, welche sich vor der Vornahme der eigentlichen Verjüngung eingestellt haben, wie sie namentlich im Femelschlagbetrieb von Mastjahren herrühren, deren Ergebnis mit Rücksicht auf die Beschaffenheit des Altholzes, auf Hiebsfolge, Etatserfüllung u. s. w., also in der Hauptsache aus Gründen der Forsteinrichtung, zur vollständigen Bestandesverjüngung noch nicht verwendet werden kann. Derartige Vorwüchse bedürfen je nach ihrer Beschaffenheit einer verschiedenen Behandlung. Eine normale Entwickelung zeigen sie meist nur auf lichteren Stellen des Bestandes und auch da nur, wenn sie in Gruppen oder Horsten auftreten; einzeln

---

117) Zu vergleichen: Trübswetter: „Bedeutung des Vorwuchses für die Begründung und Formbildung reiner und gemischter Bestände"; Tharander Jahrbuch 35. Bd. S. 131 ff. (1885). — Hartwig, „Wirtschaftliche Bedeutung des sog. Vorwuchses bei Begründung und Formbildung reiner und gemischter Waldbestände"; Forstw. Centralblatt von 1882, Heft 2.

vorkommende Exemplare dehnen sich meist in Aesten und Wurzeln zu sehr seitlich aus, werden buschartig und sind nicht befähigt, sich zu guten Nutzstämmen zu entwickeln. Der unter dem Schatten eines noch dichten Kronenschirmes in Mastjahren entstehende Vorwuchs vergeht, insbesondere bei Buche und Fichte, oft nach einigen Jahren wieder vollständig. Anders bei der Tanne, deren Jungwüchse so zäh sind, daß sie sich, wenn auch kümmerlich und ohne irgend welchen nennenswerten Zuwachs, doch lebend erhalten und sich dann, wenn durch Vorbereitungshiebe u. s. w. die normale Verjüngung des Bestandes eingeleitet wird, da und dort, je nach dem verschiedenen Maße der Lichtzufuhr und der ihnen innewohnenden Kraft, einzeln oder in Gruppen und Horsten vordrängen.

Die Entscheidung darüber, ob solche Vorwüchse zu erhalten sind oder nicht, ist unter zwei Gesichtspunkten zu treffen. Zunächst nämlich und vor allem ist der Vorwuchs selbst auf seine Entwickelungsfähigkeit zu begutachten, sodann aber ist die Frage zu erwägen, was mit den zwischen den Vorwüchsen vorfindlichen Lücken geschehen soll, d. h. ob sich die auf diesen (durch Samenabfall auf natürlichem Wege oder durch künstliche Kultur) entstehenden Jungwüchse zwischen den Vorwüchsen freudig hinaufzuarbeiten vermögen werden oder nicht. Die sich im Walde darbietenden Fälle sind äußerst mannigfaltig; bald ist ein größerer, bald ein kleinerer Teil der Fläche mit Vorwuchs überdeckt; bald hat letzterer einen bedeutenden, bald nur einen geringen Vorsprung; bald sollen die Lücken mit der gleichen, bald mit einer (vielleicht rascher wüchsigen) Mischholzart ausgefüllt werden. Kranker, vollständig verbutteter Vorwuchs ist, einzeln oder in Horsten, jedenfalls zu entfernen; ebenso wird man einzelne vorwüchsige Exemplare, auch wenn sie an sich gut sind, häufig wegnehmen, sofern deren fortdauernde Pflege (durch Aufastung 2c.) ausgeschlossen erscheint und deshalb Bedrängung der Nachbarpflanzen zu erwarten steht. Im übrigen aber soll man keineswegs radikal gegen jeden Vorwuchs vorgehen und der Vorliebe für gleichförmige, gleichalterige Bestände zu weitgehende Opfer bringen. Die Weißtannenwirtschaft benutzt die Vorwüchse fast überall schon lange. Dabei ist zu unterscheiden dasjenige Vorgehen, in welchem man den Vorwuchs, wie im Femelbetrieb, als den eigentlichen Träger der Verjüngung betrachtet (so daß die Bezeichnung „Vorwuchs" dann nicht mehr paßt) und wo dann von vornherein eine systematische Pflege dieser jungen Anwüchse stattfindet, von derjenigen Wirtschaft (Schirmschlagbetrieb), in welcher sich dieselben als eigentliche Vorwüchse charakterisieren und nur einen accessorischen Bestandteil bilden. Hier kann man den lebenskräftigen Vorwuchs ziemlich allgemein benutzen, wenn er nicht über manneshoch ist, weil dann die Hoffnung besteht, daß die auf den freien Plätzen dazwischen sich ansiedelnden Pflanzen in genügender Weise nachwachsen werden; höhere Partieen können dann stehen bleiben, wenn sie als größere Horste erscheinen, welche in sich geschlossene Beständchen darstellen und als solche im Vergleich zu ihrer Fläche nicht zu viel Randlinie haben. Eine Egalisierung tritt bei unregelmäßigen Figuren ein; überhaupt erfordert der Schutz des zwischen hinein entstehenden Jungwuchses gegen Bedrängung durch die Vorwüchse andauernd sorgsame Beachtung. Soll kein reiner Tannenbestand, sondern etwa ein Mischwuchs aus Tanne und Fichte [118]) nachgezogen werden, so hat man beste Gelegenheit, zwischen den Tannenvorwüchsen die Fichte durch Pflanzung einzubringen.

Bei Laubholz kann es sich unter Umständen empfehlen, Vorwüchse einfach auf den Stock zu setzen, um die Ausschläge demnächst zur Bestandesbildung beizuziehen.

Besondere Vorsicht erfordert das Aushauen der Vorwüchse dann, wenn es nicht in frühester Jugend, sondern bei schon etwas vorgeschrittener Entwickelung des Bestandes (Gertenholzalter) erfolgen soll. Dann hat man einerseits zu sorgen, daß dadurch keine

---

118) Wie z. B. vielfach im württemb. Schwarzwalde; cfr. u. a. auch Pahl, „Wirtschaftliche Bedeutung und Behandlung des Vorwuchses". Allg. F. u. J.Z. v. 1887, S. 37 u. S. 236.

Lücken entstehen, andererseits dafür, daß nicht in der Folge die ringsum erwachsenen schlanken Stämmchen, ihrer Stütze beraubt, sich umlegen. Wäre dies, wie insbesondere in Laubholzhegen nicht selten, zu befürchten, so müßte man sich zunächst auf bloßes Köpfen der Vorwüchse in entsprechender Höhe beschränken.

Oberster Grundsatz bleibt immer, daß die Vorwüchse nur insoweit beizubehalten sind, als sie einen wirklich brauchbaren, weil allen Anforderungen bezüglich normaler Entwickelung genügenden Bestandesteil zu liefern versprechen und nicht durch später nötig werdende erweiterte Bestandespflege (Randverdämmung), sowie event. durch Vermehrung der Frostgefahr (geringerer Luftzug) die Vorteile paralysieren, welche sie durch höheres Alter, durch ihren Zuwachs, sowie durch die Ersparung an Kulturkosten gewähren können. Sorgfältige Erwägung des einzelnen Falles ist geboten.

Die Entfernung der Vorwüchse kann je nach Umständen mittelst der Säge, der Axt und des Beils, der Heppe und der Durchforstungsschere vorgenommen werden. In letzterem Falle ist nur eine solche mit konvexer Schneide vollkommen leistungsfähig.

§ 53. II. Ausjätungen (Ausläuterungen), d. i. die Entnahme von Exemplaren anderer als der das Wirtschaftsobjekt bildenden Holzarten [119]).

Auch hier hat man es mit spontanem Auftreten zu thun, und zwar sind es meist raschwüchsige Laubhölzer (Baum- und Straucharten), welche sich in die jungen Heegen eindrängen und durch Verdämmen der Hauptholzarten nachteilig werden, indem sie vermöge ihrer oft ungemein kräftigen Entwickelung den Boden und den oberirdischen Wachsraum ungebührlich in Anspruch nehmen. Von Nadelhölzern tritt fast nur die gemeine Kiefer ab und zu in der angedeuteten Weise auf: Anflug von Mutterbäumen, der dann gelegentlich durch seinen sperrigen Wuchs unbequem wird, übrigens, weil demselben die Reproduktionskraft fehlt, durch Aushieb leicht bemeistert werden kann. Auch Laubsträucher, wie Lonicera, Prunus spinosa, Crataegus, Rhamnus, Cornus, Viburnum u. a. m., sind nicht für längere Dauer bedenklich; sie können zwar einer jungen Kultur, wenn man sie nicht rechtzeitig weghaut, bei reichlichem Vorkommen übel mitspielen, werden aber doch in einigen Jahren von dem jungen Holzbestande so vollständig überwachsen, daß ihre Stockausschläge sich nicht mehr hindurchzuarbeiten vermögen und von da ab, sofern sie sich überhaupt noch lebend erhalten können, die Rolle eines unschädlichen Bodenholzes spielen.

Von diesen Strauchhölzern sind die sog. weichen Laubhölzer zu unterscheiden, welche sich baumartig entwickeln, wie z. B. die Salweide, oder wie Birke [120]) und Aspe eigentliche Baumholzarten sind und sich — durch Samenabflug sowie durch Stockausschlag — nicht nur überall einfinden, sondern sich, da sie meist geringe Bodenansprüche machen, zumal auch auf schlechteren Standorten, durch relativ bedeutendes Höhenwachstum auszeichnen. Man hat es in der Hand, auch diese Holzarten durch energischen Aushieb zurückzudrängen. Oft muß man in kurzer Zeit die Maßregel mehrmals wiederholen, um Herr zu werden. Aber auch hier ist radikals Vorgehen gegen dieselben keineswegs immer als Regel zu empfehlen; es ist vielmehr vorab ein wesentlicher Unterschied, ob sich dieselben in Laubholz- oder in Nadelholzhegen finden; in letzterem sind sie im allgemeinen bedenkliche Gäste. Besonders reichlich stellen sie sich begreiflich in Nadelholzkulturen dann ein, wenn eine Umwandlung aus Mittelwald durchgeführt wird, wo also, weil eine voraufgehende Rodung längst nicht überall vorgenommen werden kann, das Material für Lieferung von Stock- und Wurzelausschlägen im Boden in Menge vorhanden ist. Unter diesen Umständen konkurrieren dann mit den oben genannten Holzarten die Ausschläge von Eichen, Ahorn u. s. w.

---

119) cfr. u. a. Rebmann, „Bedeutung und Ausführung der Reinigungshiebe". Allg. F. u. J.Z. von 1881 S. 401 ff.

120) Die Birke pflegt, obwohl nicht Weichholz, ihres in diesem Punkte gleichartigen waldbaulichen Verhaltens wegen einbezogen zu werden.

Sobald die Kultur zum Schluß gekommen ist, darf die Gefahr meist als beseitigt angesehen werden. Laubhölzer, die mit dem Nadelholz gleichzeitig in die Höhe gehen, schaden dem letzteren, abgesehen davon daß sie ihm den Platz versperren, besonders durch Abpeitschen der Knospen an den Trieben; vorwachsende Laubhölzer, wie es die vor dem ersten, bezw. zwischen diesem und dem zweiten Reinigungshieb enstandenen Stockausschläge und Kernwüchse meistens sind, schaden überdies durch Beschattung, sobald sie dem Nadelholz zu reichlich beigesellt sind. Immerhin gewähren dieselben da und dort einen wohlthätigen Schutz gegen Frost, und es gibt auch dem Nadelholz gegenüber einen Ausnahmefall, in welchem das sonst meist gebotene Vorgehen gegen derart beigemischte Laubhölzer nicht oder wenigstens nicht immer angezeigt ist, nämlich dann nicht, wenn es sich um vorwachsende Birken in Hegen von Fichten oder Tannen handelt. Ist die Birke den genannten Holzarten so weit vorwüchsig oder wird regelmäßig so weit ausgeastet, daß sie deren Gipfel mit ihren Zweigen nicht mehr besegen kann, so gewährt gerade sie einerseits dem Nadelholz einen in vielen Lagen überaus dankenswerten Schutz gegen Frost und liefert andererseits eine unter Umständen (wenn auch meist nur in beschränktem Umfange) nicht unbeträchtliche Vornutzung in Gestalt von Besenreisig [121]); von der Entwickelung des Nadelholzes hängt es ab, in welchem Zeitpunkte man später die Birke herauszuhauen hat; dieselbe ergibt dann gute Wagnerhölzer. Einzelne Exemplare läßt man gern einwachsen, damit sie nach dem Abtrieb die Fläche mit dem für die Neukultur als Schutzbestand erwünschten Anflug versorgen.

In Laubholzhegen ist die Beurteilung der ohne Zuthun, bezw. vielleicht gegen den Willen des Wirtschafters auftretenden Weichhölzer nicht so generell gegeben. Hauptsächlich sind die Hegen der Rotbuche von Weichholz, sowie in dessen Gesellschaft von der Hainbuche meist mehr oder weniger reichlich durchsetzt. Soweit die Hainbuche durch massenhaftes Auftreten ihrer vordringlichen Jungwüchse die empfindlichere Rotbuche schädigt, liegt meist ein Verschulden der Wirtschaft vor, indem man nicht rechtzeitig im Vorbereitungsschlag oder schon vorher bei den letzten Durchforstungen für Aushieb der überzähligen Hainbuchen gesorgt hat; einige stehenbleibende Exemplare derselben genügen, um die immerhin erwünschte mäßige Beimischung dieser Holzart zu sichern. Die Weichhölzer fliegen — abgesehen von ihren raschwüchsigen Stockausschlägen — meist auch noch von weiter her in den Hegen an; es kommt darauf an, ob sie die Hauptholzart wirklich zu verdämmen drohen, was namentlich, wenn sie in größeren Gruppen und Horsten auftreten, nicht selten zu fürchten ist, oder ob sie mehr nur vereinzelt auftreten. Da sie lichtkronige Hölzer sind, so ist in letzterem Falle ihre beschattende Wirkung meist nicht sehr von Belang und, da sie überdies zum Teil sehr gut nutzbare Holzarten sind, so soll man ihnen einen bescheidenen Platz wohl gönnen, so lange und in solchem Umfang, als dieselben auf dem Holzmarkte durch ihren Preis die ihnen gewährte Nachsicht lohnen. Schlimmsten Falles kann man ja bei Gelegenheit der Durchforstungen noch einschreiten. Auch bei der ersten Ausläuterung liefern die Weichhölzer als Bindewieden für den Holzhauereibetrieb, sowie im Sommer für die Fruchternte ein vielfach kaum zu entbehrendes Material. Auch diese Frage bedarf also von Fall zu Fall einer besonderen Erwägung.

---

121) Nach Mitteilungen des kgl. Württembg. Revieramts Bebenhausen sind in den Staatswaldungen desselben auf einer Gesamtfläche der 1—40jährigen Nadelholzorte von etwa 450 ha (bei sehr ungleichmäßiger Verteilung der eingesprengten Birken) in den Jahren 1881—1885 im ganzen an Birkenreisig geerntet worden: a) Besenreisig 3874 Wellen = 77,5 fm, Erlös = 1596,33 Mk., mithin pro 1 fm = 20,6 Mk.; b) Brennholz-Wellen (die dickeren, zu Besen nicht tauglichen Reiser) 5045 Stück = 100,9 fm = 790 Mk.; zusammen also durchschnittlich jährlicher Ertrag = 477 Mk.

Zweites Kapitel.

Die Durchforstungen[122]).

§ 54. I. Begriff derselben: Man versteht darunter diejenigen in dem, aus dem laufenden Umtrieb stammenden Material [123]) eines Bestandes stattfindenden Hiebsführungen, welche von der Zeit an, da der Bestand durch Aushieb etwaiger Vorwüchse und Vornahme der Läuterungen von allem Material gereinigt erscheint, welches sich gegen den Willen des Wirtschafters eingestellt hatte, bis zu demjenigen Zeitpunkte, in welchem mit den die Neubegründung eines Bestandes unmittelbar einleitenden Hauungen begonnen wird, planmäßig vorgenommen werden, soweit diese Hiebsführungen keine bis zum förmlichen Lichtungshieb gesteigerten Eingriffe in die Bestandesmasse darstellen.

Eine allseits befriedigende Definition der Durchforstungen läßt sich kaum geben. Im Sinne der Forsteinrichtung hört, wo die Einteilung in 20jährige Periode vorliegt, das Gebiet der Durchforstungen im allgemeinen bei den Waldorten der ersten, die ältesten Bestände umfassenden Periode auf. Ueberdies sollen nach den meisten bezüglichen Instruktionen von den Durchforstungen auch solche Eingriffe in das Bestandesmaterial früherer Perioden abgeschieden werden, welche zu bedeutend sind, als daß sie nicht eine fühlbare Schmälerung des Haubarkeitsertrags nach sich zögen, oder zu bedeutend, als daß infolge derselben die normale Weiterentwickelung eines Bestandes ohne Maßregeln zum Zweck des Bodenschutzes erwartet werden könnte. Hiebe der letztbezeichneten Art sollen als „Lichtungshiebe“ besonders betrachtet werden [124]). Es ist freilich schwer, die Grenze zwischen Durchforstung und Lichtungshieb in einer für alle Fälle maßgebenden Weise festzusetzen. Man kommt im Lichtholz (Eiche, Kiefer) viel rascher von der Durchforstung zum Lichtungshieb hinüber, als im Schattholz; charakteristisch für den Lichtungshieb ist im allgemeinen das Auftreten reichlichen Unterwuchses, aber es fragt sich, ob solcher doch nicht hie und da (z. B. auf besonders guten Böden, bei bedeutender Mittelhöhe und hohem Kronensatz des Bestandes u. s. w.) sich bereits einfindet, ohne daß man durch einen Eingriff in das Bestandesmaterial das Maß einer Durchforstung schon überschritten hätte; dann ist freilich das Unterholz zur Erhaltung der Bodenkraft nicht notwendig, sondern eine entbehrliche Zugabe. Andererseits entsteht die später zu diskutierende Frage, ob man nach jedem Lichtungshieb planmäßig bestimmte Maßregeln zum Schutz des Bodens (Unterbau) einleiten soll, oder ob man nicht die Beschaffung des erforderlichen Unterwuchses der Natur überlassen kann? Jedenfalls kann man — (ganz abgesehen natürlich von den Auszugshauungen) — nicht alle Nutzungen, welche sich zwischen Reinigung und Abtrieb einschalten, einfach als Durchforstungen bezeichnen. Die Forsteinrichtung hilft sich, wie bemerkt, vielenorts dadurch, daß sie die Durchforstungen dann aufhören läßt, wenn solche Nutzungen stattfinden, welche in der Folge die Haubarkeitsmasse nicht mehr als die eines normalen Vollbestandes erscheinen lassen; immerhin ist die Entscheidung hierüber oft recht schwierig und vielfach von subjektivem Ermessen abhängig. Nicht selten vollzieht sich der Uebergang von der Durchforstung zur Lichtung allmählich, so daß eine Grenze überhaupt nicht markiert werden kann. Dem Versuche, für die einschlägigen Beziehungen bestimmte Zahlenwerte zu normieren, wodurch allerdings zuverlässigere Anhaltspunkte gewonnen würden, fehlen vorläufig noch die nötigen Unterlagen, sofern man nicht mehr oder weniger willkürlich verfahren will. Vielleicht genügt es für Fixierung der Durchforstungen, wenn man als solche alle diejenigen Hauungen zusammenfaßt, welche von den gesamten Holznutzungen übrig bleiben, nachdem man Reinigungen und Läuterungen, Aufastungen, Auszugshauungen, Lichtungshiebe und die eigentliche Haubarkeitsnutzung abgeschieden hat, wobei natürlich scharfe Umgrenzung jeder dieser Nutzungen vorausgesetzt werden muß. Was im einzelnen unter Durchforstung verstanden werden will, dürfte übrigens aus den folgenden Erörterungen klar hervorgehen.

§ 55. II. Zweck: Die Durchforstungen ergeben sich als wirtschaftliche Maßregel

---

122) Man vergleiche außer den im Eingang unter Litteratur genannten Waldbauschriften u. a.: Baur, Dr. Franz von: „Zur Geschichte der Durchforstungen“, forstw. Centralblatt von 1882, S. 21 ff. und S. 205 ff. — Ders., „Ueber Durchforstungen und Durchforstungsversuche“ in Ganghofers „Versuchswesen“ II. Bd. S. 209 ff. — v. Fischbach, „Zur Weiterentwickelung der Lehre von den Durchforstungen“. Forstw. Centralblatt v. 1884 S. 426 ff., v. 1885 S. 466 u. S. 553. — Ders., „Die wirtschaftl. Leistungen des Voll- und Abtriebsbestandes, sowie der verschiedenen Stammklassen“. Centralbl. f. d. ges. Forstwesen, Juli 1885. — Borggreve, „Zur Plänterdurchforstung“. Forstl. Blätter von 1887 S. 225 ff. — Landolt in d. schweiz. Zeitschr. 1885 S. 27.

123) Die Fällung von aus dem vorigen Umtrieb überkommenen Stämmen soll als Auszugshieb besonders unterschieden werden. Vergl. viertes Kapitel dieses Abschnitts.

124) cfr. Lorey, „Durchforstung oder Lichtungshieb“? Allg. F. u. J.-Z. von 1881 S. 406 ff.

aus der Beobachtung der Bestandesentwickelung. Letztere ist durch die einfache Thatsache gekennzeichnet, daß im Haubarkeitsalter nur noch ein verhältnismäßig kleiner Teil derjenigen Individuen vorhanden ist, welche ursprünglich den Jungbestand gebildet hatten; die einzelnen Bäume haben im Verlauf ihrer Entwickelung eine solche Ausbildung erlangt, daß auf gegebener Fläche nicht mehr als eine gewisse Anzahl derselben Platz findet, während sich diese Altholzstämme in den früheren Lebensperioden in der Gesellschaft einer mit zunehmendem Alter des Bestandes naturgemäß stets kleiner werdenden Menge von Genossen befunden hatten, die von vornherein von der Natur oder dem Wirtschafter meist als gleichberechtigt nebeneinander gestellt worden waren [125]). (Letzteres gilt keineswegs nur von der Saat oder Pflanzung, sondern auch von der natürlichen Verjüngung, durch welche ebenwohl ein Vorzug einzelnen Individuen a priori allgemein nicht eingeräumt worden ist). Die Zahl der Individuen war bei der Bestandesbegründung im allgemeinen so bemessen worden, daß (früher oder später) Bestandesschluß bald eintrat. Mindestens von dem Augenblicke an, da die einzelnen Individuen bei ihrer Ausdehnung sich berühren, muß nun ein Kampf derselben um die Herrschaft beginnen, der, je nach Holzart, Bodenbeschaffenheit u. s. w. mit verschiedener Heftigkeit geführt wird und die bald mehr bald weniger deutlich zu Tage tretende Trennung in einen dominierenden und einen unterdrückten Bestandesteil zur Folge hat. Meist sehr bald werden bei diesem Prozeß der natürlichen Ausscheidung zunächst einzelne Individuen entschieden vorwüchsig, ebenso wie andererseits auch sehr bald eine Minderzahl unzweifelhaft derart zurückbleibt, daß an ihr normales Emporwachsen ohne das Eintreten besonders begünstigender Umstände nicht mehr zu denken ist. Aber auch bei der vorerst sich noch zwischen diesen Extremen haltenden Hauptmasse zeigt sich doch sehr bald die Scheidung in mehreren Klassen, denen demnächst im Bestandesleben eine sehr verschiedene Rolle zufällt.

Die Ausscheidung vollzieht sich im allgemeinen früher, energischer und mit schärfer markierten Unterschieden auf guten Standorten; das gleiche gilt von Lichthölzern gegenüber schattenertragenden, bei welchen wenigstens die zurückbleibenden Stammklassen sich meist weniger deutlich in absolut leistungsunfähige umsetzen. Daß und wie die von vornherein gewählte Bestandesdichte hierbei von Einfluß ist, leuchtet ein.

Den schon ganz im Anfang alle Nachbarn überragenden Individuen gesellen sich aus der Zahl der übrigen so viele bei, als neben denselben genügenden Entwickelungsraum finden. Aber sie erringen sich ihren Platz stets nur durch Kampf mit den Stämmen ihrer Umgebung, die zunächst das gleiche Recht beanspruchen.

Welche Bäume vorwüchsig werden, läßt sich schwer vorausbestimmen. Es gibt in jeder Kultur stets einzelne Exemplare, die sich von vornherein durch besonders kräftigen Habitus auszeichnen, und die Annahme liegt nahe, daß sich diese unter sonst gleichen Umständen dauernd zu

---

125) Dieser Auffassung entspricht es freilich nicht mehr, wenn Oberforstrat Dr. von Fischbach (cfr. Centralblatt f. d. ges. Forstwesen, Juli 1885) neuerdings empfiehlt, schon im Jungbestande, womöglich schon bei Vornahme der Kultur, diejenigen Individuen zu bezeichnen, welche später den Haubarkeitsbestand zu bilden haben und diesen dann, damit sie ihr Ziel erreichen, eine besonders sorgfältige Pflege angedeihen zu lassen, alle übrigen Pflanzen aber, welche zur Deckung des Bodens ꝛc. von Anfang herein notwendig sind, nur als Füllholz zu behandeln. Leitend ist bei diesem Vorschlag die Thatsache, daß im geschlossenen Bestand die stärkste Stammklasse andauernd (wie insbes. auch Wagener s. Z. nachgewiesen hat) weitaus am meisten produziert, daß man ferner an Kulturkosten sparen müsse und nicht minder an Zeit, indem man jene für das Abtriebsalter prädestinierten Individuen in allseits unbehinderter Entwickelung möglichst rasch einer den Anforderungen des Marktes entsprechenden Stärke und Höhe zuführt. Was starke Durchforstungen, Freihauungen, Lichtungshiebe ꝛc. sonst erst von einem späteren Stadium der Bestandesentwickelung an erstreben, soll hier schon von der ersten Jugend an durchgeführt werden. — Der Gedanke ist jedenfalls beachtenswert. Der Durchführung stehen erhebliche Bedenken entgegen. Jedenfalls müßte angesichts der vielen Fährlichkeiten, mit denen der einzelne Baum zu kämpfen hat, von vornherein eine die Zahl der Stämme des Altholzes beträchtlich übersteigende Menge solcher Pfleglinge vorgesehen werden. — Bei unseren Kulturen mit Exoten verfahren wir seit Jahren vielfach in dieser Weise, um an dem theuren Pflanzmaterial zu sparen. — Vergl. übrigens die gegenteilige Ansicht von Frey im forstw. Centralbl. von 1886 S. 242 ff.

Führern im Bestand aufschwingen werden. Solche Individuen sind entweder von Haus aus besser veranlagt [126]), oder sie kommen — und dieses Moment ist jedenfalls das weitaus wichtigere — unter günstigeren äußeren Umständen wie die übrigen zur Entwickelung. Aendern sich die Bedingungen ihres Daseins zu ihren Ungunsten, so kann ein Umsetzen stattfinden, d. h. sie können in die Klasse der zurückbleibenden Stämme verschoben werden, während vielleicht andere voranstreben. Doch wird dies Ueberholtwerden seltener bei den schon in der ersten Jugend entschieden vorwachsenden als bei Exemplaren der demnächst nachschiebenden großen Masse anfänglich noch dominierender Stämmchen eintreten. Auch läßt das Umsetzen schon gegen das Stangenholzalter hin, wenn es nicht durch die Wirtschaftsführung (Aushieb dominierender Exemplare zc.) begünstigt wird, bedeutend nach und findet, nachdem sich einmal ein kräftiger herrschender Bestand ausgeschieden hat, bezw. durch Hilfe der Axt zum Ausscheiden gebracht worden ist, überhaupt nur noch ganz ausnahmsweise statt [127]). Jedenfalls ist der Ausscheidungsprozeß, so lange der Bestand in ungestörter Entwickelung sich selbst überlassen bleibt, ein ohne Sprünge stetig fortdauernder, bis schließlich im höheren (das wirtschaftlich zulässige Maß meist überschreitenden) Alter nur noch so viele Stämme übrig sind, als, ohne sich wechselsweise zu beeinträchtigen, auf der Fläche Raum haben.

Der Vorgang ist ein durchaus naturgemäßer, der sich in jedem Bestande, von dem die wirtschaftende Hand des Menschen fern bleibt, zwar in vielfach modifizierter Weise, im ganzen aber doch unter den gleichen charakteristischen Erscheinungen abspielt: hinter den zur Herrschaft gelangenden Stämmen bleiben die anderen mehr und mehr zurück, bis sie als völlig unterdrückte nur noch kümmerlich ihr Dasein fristen, um endlich ganz abzusterben; inzwischen ist unter den herrschenden Individuen der Kampf fortgesetzt worden; das Abschieben bislang dominierender Stämme in die geringeren Stammklassen erreicht innerhalb der allgemein üblichen Umtriebszeiten ein Ende ohne Zuthun der Wirtschaft überhaupt nicht. Die jeweils dominierenden, bezw. am Kronenschluß noch teilnehmenden Stämme bilden den **Hauptbestand**, die übrigen den **Nebenbestand**. Daß trotz dieses andauernden Kampfes massenreiche, hochwertige Bestände erwachsen, ist zweifellos. Ebenso unzweifelhaft ist es aber, daß — wie die Wirtschaft überhaupt sich mit der Leistung der Natur nicht begnügen kann, sondern sich deren Wirken dienstbar machen muß, indem sie dasselbe, soweit thunlich, in bestimmte Bahnen leitet, — gerade jener Kampf um die Herrschaft im Leben des Bestandes für zielbewußtes Eingreifen des Wirtschafters eine der am meisten Erfolg versprechenden Gelegenheit darbietet. Es gilt, dadurch daß man den Streit der Stämme abkürzt, ihm womöglich vorbeugt, einen nutzlosen Kräfteverbrauch hintanzuhalten und eine bestimmte Qualität des Bestandes möglichst rasch zu erreichen. Dazu vornehmlich dienen die Durchforstungen, deren Zweck es also sein muß, fortwährend (bei der Durchführung in der Praxis natürlich in angemessenen Zwischenräumen) dem Bestand so viel Stämme zu entnehmen, daß den übrigen dadurch, ohne daß sie besonderer Anstrengung bedürfen, und in kürzester Frist eine normale Ausbildung ermöglicht wird.

---

126) Ich möchte trotz der gegenteiligen Ausführungen **Borggreve's** — cfr. u. a. dessen Holzzucht S. 171 ff. — zunächst an der Ansicht festhalten, daß doch eine den Existenzkampf der Individuen untereinander beeinflussende verschiedene Veranlagung angenommen werden darf, und daß die thatsächlich verschiedene Entwickelung der einzelnen Pflanzen nicht nur auf Rechnung der in verschiedenstem Maße günstigen oder ungünstigen äußeren Umstände (Feuchtigkeit, Lockerheit des Bodens, Beschädigungen mannigfachster Art zc), unter denen die Pflanzen wachsen, gesetzt werden darf. Selbst die allersorgfältigst durchweg gleichmäßig zubereiteten Saatbeete (z. B. mit Hilfe von Rasenasche u. dergl.) lassen alsbald an den erwachsenden Pflänzlingen oft recht merkliche Unterschiede hervortreten; warum sollten dieselben nicht wenigstens zum Teil auf das Samenkorn, bezw. die dem Individuum in verschiedenem Maße innewohnende Kraft zurückgeführt werden dürfen? Die Analogie im Tierreich liegt doch zu nah. Daß dieser Grund nicht der wichtigste ist, daß er nicht bis ins höhere Alter fortwirkt, sofern jene Schwächlinge von Haus aus die zuerst unterliegenden sind, daß vielmehr, sobald der Bestandesschluß erfolgt ist und die ersten Ausscheidungen sich vollzogen haben, in der Hauptsache äußere Umstände die Verschiedenheit in der Entwickelung der Individuen bedingen, ist einleuchtend; die Sache wird auch kaum je anders angesehen.

127) Wichtig für das Prinzip der Weiserverfahren bei Aufstellung von Ertragstafeln: es genügt vollständig, wenn etwa vom mittleren Bestandesalter an die höchsten und stärksten Stämme auch die vorwachsenden bleiben. Zu vergl. **Bühler**, Dr., Untersuchungen in einem Fichtenbestande zc. Allg. F. u. J.Z. 1886 S. 1 ff.

Die Wirtschaft hat diejenigen Stämme zu bestimmen, welche weiter wachsen sollen. Unter welchen Umständen letzteres geschehen soll, ob die gegenseitige Spannung zwischen den Nachbarstämmen zeitweise oder dauernd ganz aufgehoben oder nur verringert werden soll, event. bis zu welchem Grade, welche Stammklasse dem Aushieb vorzugsweise zum Opfer fallen soll, welche Modifikationen je nach den besonderen Umständen des einzelnen Falles angebracht erscheinen, sind Spezialfragen der Ausführung. Jedenfalls ist eine Durchforstung, welche sich, — wie früher vielfach und hie und da auch jetzt noch, — nur auf die Entfernung abgestorbenen oder völlig unterdrückten Holzes erstreckt, als eine die Entwickelung des Bestandes fördernde Maßregel allgemein nicht anzusehen. Solches Material, das von den Nachbarn bereits vollständig überwunden ist, kann diesen nicht mehr wesentlich schaden, wenn auch ab und zu ein dürrer Stamm mit seiner Beastung noch die seitliche Ausbreitung eines nebenstehenden hindert. (Der Gewinn durch Materialanfall kommt puncto Bestandeserziehung nicht in Betracht.) Hiernach sollte eine nur auf völlig unterdrücktes Holz gerichtete Durchforstung mindestens dann, wenn einem stärkeren Eingriff keine Bedenken bezüglich der Bodenpflege oder der Ausbildung der Stämme im stehenbleibenden Bestandesteil im Wege stehen, ein überwundener Standpunkt sein. Ein zu starker Aushieb kann unzweifelhaft die fernere Entwickelung des Bestandes schädigen; aber ein Gewinn für den Bestand kann durch die Durchforstung doch nur dann erzielt werden, wenn dieselbe als vorbeugende Maßregel erscheint oder mindestens den zum Fortwachsen bestimmten Stämmen während ihres Ringens mit den Nachbarn thätige Hilfe bringt, nicht aber dann, wenn sie stets nachhinkt, indem sie nur die bereits Unterlegenen noch vollständig abschlachtet [128]).

Daß die Durchforstungen infolge der Wurzelverwesung, wie besonders Fischbach neuestens mit Recht betont hat [129]), auch durch Bodenlockerung und Bodendüngung, durch Kohlensäurebildung und damit Förderung der Verwitterung von Bedeutung werden, soll als eine im Sinne der Bestandeserziehung günstige Wirkung hier nicht besonders ausgeschieden werden.

§ 56. Ist aber auch die Durchforstung in erster Linie als eine der Bestandeserziehung dienende Wirtschaftsoperation zu betrachten, so ist sie doch zugleich auch zu anderen Zwecken bestimmt, indem sie

a) eine oft sehr bedeutende Holznutzung gewährt und

b) die Bestände gegen eine Reihe von Gefahren sicher zu stellen sucht.

ad a) Die Ergebnisse der Durchforstungen stellen Vornutzungen dar, deren rechnerische Behandlung (Bedeutung für die Rentabilität des Betriebs) in der Waldwertrechnung nachzuweisen ist. An dieser Stelle sei nur ganz im allgemeinen darauf hingedeutet, daß dieselben die Erträge in ihren Prolongationswerten steigern und den Produktionsfonds entlasten, und daß in diesem Einfluß jedenfalls unter Umständen ein vollwertiges Motiv zu gunsten stärkerer Vornahme derselben erblickt werden darf. Wie groß, absolut genommen, die in den Durchforstungen eingehenden Werte sind, läßt sich, ganz abgesehen von dem nach Standort, Holzart u. s. w. abweichenden Verhalten der Bestände, angesichts der bei ihrer wirtschaftlichen Behandlung herrschenden Verschiedenheit, sowie der unendlich wechselnden Absatzgelegenheiten auch nicht in Gestalt von durchschnittlichen Beträgen mit annähernder Sicherheit angeben. Im einzelnen finden sich zahlreiche Mitteilungen in unserer forstlichen Litteratur [130]), welche aber aus den angedeuteten Gründen nur mit Vorsicht von einem Fall auf einen anderen übertragen werden dürfen. Nicht einmal hinsichtlich der anfallenden Massen läßt sich eine als allgemeine Regel brauchbare Angabe machen.

---

128) Von dieser Auffassung ausgehend kann man bei den vom Verein deutscher forstlicher Versuchsstationen eingeleiteten Durchforstungs-Versuchen die schwächste (A-)Durchforstung füglich ganz bei seite lassen, wie dies z. B. seitens der Württembergischen Versuchsstation thatsächlich neuestens fast überall geschehen ist.

129) cfr. forstw. Centralblatt von 1884 S. 426.

130) Siehe z. B. Vorertragstafeln von Danckelmann für Kiefern-, Fichten- und Rotbuchen-Hochwald (Zeitschrift für Forst- u. Jagdwesen 1887 S. 73 ff.). Daselbst sind angegeben als Durchschnitts-Massenertrag der sämtlichen Vornutzungen an Prozenten des Haubarkeitsertrags für Kiefer und Fichte ca. 40 mit geringer Schwankung in den verschiedenen Güteklassen, für Buche ca. 85. — Vergl. ferner Kunze, „Ueber den Einfluß verschiedener Durchforstungsgrade auf den Wachstumsgang der Rotbuche" (Tharander Jahrbuch 1884 S. 37 ff.). Daselbst werden die Ergebnisse eines 21 Jahre lang fortgesetzten Versuchs mitgeteilt. — Ferner: Die Zahlenangabe in Kraft's Buch u. s. w.

Um die Verschiedenheit im Werte des Durchforstungsmaterials an einzelnen Beispielen zu zeigen, braucht man nur an die auch für die geringsten Sortimente in großen Städten gebotene Verkaufsgelegenheit gegenüber der oft absoluten Unverwendbarkeit derselben im Inneren großer, wenig aufgeschlossener Waldungen oder an die Bedeutung des Handels mit Hopfenstangen in hopfenbautreibenden Gegenden zu erinnern im Gegensatze zu solchen Gebieten, denen diese Absatzquelle fehlt u. s. w.

ad b) Zu den Gefahren, gegen welche die Durchforstungen einen Schutz gewähren, bezw. gewähren können, gehören u. a. Feuer, Insektenbeschädigungen, Wind, Schnee. Wie hoch im einzelnen dieser Vorteil veranschlagt werden will, bleibt der Beurteilung des „Forstschutzes" (vergl. die betr. Kapitel in Abschnitt VII des Handbuchs) überlassen. Daß aber überhaupt durch Entfernung abgestorbenen und unterdrückten Holzes die Feuersgefahr verringert, sowie Insektenbeschädigungen vorgebeugt wird, liegt auf der Hand; nicht minder daß durch fleißigen Aushieb der mit fruktifizierenden Hexenbesen behafteten Bäume in Tannenbeständen der Verbreitung der Krebsbildung entgegengewirkt wird. Auch sollte eine fleißige Vornahme der Durchforstungen, sofern sie die einzelnen Stämme kräftigt, deren Widerstandsfähigkeit gegen Sturm und Schneedruck steigern [131]).

§ 57. III. Grundsätze bei der Ausführung der Durchforstungen: Für den Durchforstungsbetrieb sind drei Fragen zu beantworten, nämlich: 1) wann soll man mit den betreffenden Aushieben beginnen? 2) wie stark soll man sie greifen? und 3) wie oft soll man sie wiederholen?

A. Beginn der Durchforstungen: Die Entscheidung über den richtigen Zeitpunkt desselben darf nicht in dem Satze gefunden werden, daß der Materialanfall durch seinen Verkaufswert mindestens den Hauerlohn zu decken habe, sondern man muß, nachdem man die Durchforstungen in erster Linie wegen ihrer günstigen Einwirkung auf die Entwickelung des Hauptbestandes vorzunehmen gewillt ist, zunächst immer die für letzteren zu erwartenden Vorteile ins Auge fassen und darf eine Zubuße an Arbeitsaufwand nicht scheuen, wenn sich der Ausfall durch raschere Erstarkung des verbleibenden Bestandesteiles bezahlt macht. Ueberhaupt sollte man die Bilanz nicht jedesmal für die einzelnen Durchforstungen ziehen, sondern deren Erträge und Kosten für die ganze Lebensdauer des Bestandes zusammenrechnen und erst die Summen vergleichen [132]).

Es ist allerdings angenehm, wenn sich solche Wirtschaftsoperationen wie die Durchforstungen gewissermaßen aus sich selbst heraus bezahlt machen. Aber es liegt doch unleugbar ein Widerspruch vor, wenn man beim Kulturbetrieb oder bei den Ausläuterungen einen direkten Ersatz der aufgewendeten Kosten nicht fordert und nun der sich unmittelbar anschließenden ersten Durchforstung eine solche Zumutung macht. (Schon H. Cotta hat s. Z. angedeutet [133]), daß ein Kostenaufwand für die ersten Durchforstungen ebenso zu rechtfertigen sein dürfte, wie ein solcher für die Bestandesbegründung.) Ein Hindernis für frühzeitigen Beginn dürfte hiernach im Kostenpunkt nur in beschränktem Maße gefunden werden. Wohl aber kann das Fehlen der nötigen Arbeitskräfte da und dort der Vornahme einer Durchforstung im Wege stehen, zumal

---

131) Bedeutende Schneebrüche des Winters 1885/86 und noch weit umfassendere des Winters 1886/87 (z. B. in den Waldungen — bes. ca. 25jährigen Nadelholzhegen — des Schönbuchs nördlich von Tübingen, worüber Allg. F. u. J.Z. 1887 S. 286 zu vergleichen) konnten freilich an der günstigen Wirkung der Durchforstungen in dieser Richtung Zweifel aufkommen lassen, da durchforstete und nicht durchforstete Orte in gleicher Weise verwüstet worden sind. Aber es waren meist kurz vorher durchhauene Bestände, welche neben den unberührten gelitten haben; wahrscheinlich, daß sich, wenn allgemein schon in früherem Alter in Absicht auf die Schneegefahr eine durchgreifende Reinigung vorgenommen worden wäre, die Beschädigungen weniger intensiv gezeigt hätten. Hinsichtlich der Schneebruchgefahr in ihren Beziehungen zur Durchforstung ist neuestens eine sehr beachtenswerte Studie von Professor Dr. Bühler in Zürich erschienen (cfr. forstwiss. Centralblatt, Sept.-Oktbr. von 1886 S. 485 ff.), worin aus mechanischen Gründen hauptsächlich die Gefährlichkeit unsymmetrisch entwickelter Kronen (einseitige Belastung durch Schnee) betont wird, so daß sich eine dem Schneebruch entgegen wirken sollende Durchforstung vorzugsweise die Schaffung gleichmäßig ausgebildeter Kronen zur Aufgabe machen müßte. Bühler sieht in der Durchforstung entschieden ein Mittel gegen Schneebruchschäden.

132) Man vergleiche Fischbach im forstw. Centralbl. von 1885 S. 553.

133) H. Cotta, Anweisung zum Waldbau, 3. Aufl. von 1821.

auch schon die ersten Durchforstungen mit Sorgfalt ausgeführt werden müssen, so daß keineswegs jeder beliebige Holzhauer dabei in gleicher Weise verwendbar erscheint.

Grundsätzlich wäre auch der andere Satz, wonach dann die erste Durchforstung einzulegen sei, wenn in einem Bestande die sog. natürliche Ausscheidung beginnt, nicht als allgemeine Norm anzuerkennen, vielmehr sollte schon von der ersten Jugend an das gegenseitige Bedrängen der einzelnen Individuen möglichst vermieden werden. Berücksichtigt man überdies die Gefahren, welchen gerade die dichtgeschlossenen Jungwüchse ganz besonders ausgesetzt sind (Feuer, Schneedruck), so muß man im allgemeinen einem möglichst frühzeitigen Anfang des Durchforstungsbetriebs das Wort reden. Einen absolut geeignetsten Zeitpunkt kann man aber dafür weder ganz allgemein angeben, noch auch nur für einzelne Holzarten oder Standortskategorieen bestimmt bezeichnen wollen; das entscheidende Wort hat das Aussehen des einzelnen Bestandes zu sprechen; modifiziert wird aber das in ihm liegende Gebot jederzeit durch die Möglichkeit der Ausführung, für welche die oben angedeuteten Gesichtspunkte (Arbeitskräfte 2c.) maßgebend werden.

Thatsächlich wird, nach Beendigung der Reinigungshiebe, mit den Durchforstungen im großen Betrieb auch bei Lichtholzarten kaum vor dem 12.—15. Lebensjahre begonnen, während bei Schattenhölzern, Buche, Fichte und insbesondere Tanne, oft bis ins 25., 30. Lebensjahr, ja noch länger zugewartet wird, obwohl es keinem Zweifel unterliegt, daß auch (und vielleicht in hervorragendem Maße) diese Holzarten für recht frühzeitiges Eingreifen sehr dankbar sind.

§ 58. B. Stärke des Eingriffs und Wiederholung desselben: Die Antworten auf die beiden bezüglichen Fragen sind insofern von einander abhängig, als es die häufigere Wiederkehr in den nämlichen Bestand verstattet, mit dem einzelnen Hieb weniger kräftig vorzugehen, ohne daß der mehrfach betonte Hauptzweck der Durchforstungen, die Vermeidung zu gedrängten Erwuchses vereitelt wird. Ja, wenn man erwägt, daß zur normalen Ausbildung des Einzelbaumes immer nur ein gewisses Maß an Standraum erforderlich ist, während eine weitergehende Unterbrechung des Kronenschlusses je nach Umständen für den Boden bedenkliche Folgen haben kann, so muß man einräumen, daß es am rationellsten wäre, die Durchforstungen zwar recht oft, aber jedesmal nur in solchem Umfange vorzunehmen, wie es die vollkräftige Entwickelung des Hauptbestandes gerade erheischt. Jedesmal, wann wieder Kronenspannung eintritt, müßte von neuem eingegriffen werden.

Meist gestaltet sich die Praxis des Durchforstungsbetriebes so, daß man in Zwischenräumen von 5—10 Jahren, manchmal noch seltener in die Bestände wiederkehrt. Zeit- und Arbeitsaufwand, Uebersichtlichkeit der Wirtschaft, zeitweise Ruhe in den Schlägen u. s. w. sind die Gründe gegen kürzere Perioden; man muß dann aber von einem Termin zum andern für die Zwischenzeit durch entsprechend stärkere Eingriffe vorbeugen.

Mit jener Regel bezüglich der Wiederholung und den dieselbe begründenden Erwägungen ist aber keineswegs auch schon die Frage nach der zweckmäßigsten Stärke des einzelnen Aushiebs beantwortet. Da einerseits der jetzt erwachsende Bestand zu möglichster Vollkommenheit herausgearbeitet und andererseits die Bodenkraft nach dessen Reife ungeschmälert, womöglich erhöht an die nachfolgenden Umtriebszeiten überliefert werden soll, so muß stets die Kombination aus diesen beiden Aufgaben ins Auge gefaßt werden, die sich übrigens in ihren Zielpunkten nicht grundsätzlich entgegenstehen, sofern sorgsame Schonung des Bodens auch dem jetzt lebenden Bestande zu gute kommt. Wohl aber sind die Mittel, mit denen hinsichtlich der beiden Zwecke gearbeitet wird, verschieden; denn der Bodenschutz verlangt im allgemeinen (d. h. von den Fällen zu großer Nässe oder auch wohl zu bedeutender Streuschichten abgesehen) dichten Bestandesschluß, während sich die möglichst rasche Erstarkung der Bäume nur bei Gewährung entsprechenden Wachsraumes, also nach Aufhebung irgend stärkerer Kronenspannung vollziehen kann. Fraglich ist, inwieweit auf gegebener Fläche die Zuwachsleistung einer geringeren Anzahl mehr räumlich stehender Bäume, deren jeder dann mit vermehrter Energie arbeitet, durch die Massen- und Werts-

mehrung [134]) einer größeren Anzahl gedrängter stehender, im einzelnen geringerer Stämme paralysiert werden kann. Alle theoretische Erörterung kann sich nur um diese Frage drehen, da man sich für dasjenige Verfahren zu entscheiden hat, welches unter voller Berücksichtigung des Gesamtaufwandes — Bodenkraft, Arbeit, Zeit, Holzvorratskapital — die höchsten Werte erwirtschaftet. Hiernach also ist die Stärke des jeweiligen Eingriffes zu bemessen.

Der Wirtschaft im Walde ist mit diesen allgemeinen Erwägungen jedoch nicht gedient; dieselbe fordert greifbare Anhaltspunkte.

Um solche zu gewinnen, hat man neuerdings wieder mehrfach versucht, die verschiedenen in einem Bestande vorkommenden Stammklassen genau zu definieren. Derartige Klassifizierungen sind schon frühzeitig unternommen worden; so oft man für die Durchforstungen gewisse Regeln begründen wollte, mußte man von einer bezüglichen Unterscheidung ausgehen. So spricht z. B. Cotta (Waldbau, 9. Aufl. S. 91) von abgestorbenen, absterbenden, unterdrückten, beherrschten und herrschenden Stämmen. — Die zur Klärung aller einschlagenden Verhältnisse von dem Verein deutscher forstlicher Versuchsanstalten eingeleiteten Durchforstungsversuche beruhen auf einem Arbeitsplane, welcher folgende Klassen aufführt: 1) Dominierende Stämme (bilden mit vollentwickelter Krone den oberen Schirm); 2) zurückbleibende (nehmen an der Bildung des Bestandesschlusses noch Teil, ihr größter Kronendurchmesser liegt aber tiefer als derjenige der dominierenden Stämme); 3) unterdrückte (unterständige, übergipfelte, deren Spitze ganz unter der Krone der dominierenden Stämme liegt); 4) absterbende und abgestorbene Stämme. — Eine andere Ausscheidung vollzieht Kraft in seinen oben angeführten „Beiträgen zur Lehre von den Durchforstungen", indem er nicht die Verschiedenheit des Höhenwuchses sondern die Qualität der Krone als das durchschlagende Kriterium ansieht. Hiernach ergeben sich folgende Kategorieen: 1) vorherrschende Stämme (mit ausnahmsweise kräftig entwickelten Kronen); 2) herrschende (in der Regel den Hauptbestand bildende St. mit verhältnismäßig gut entwickelten Kronen); 3) gering mitherrschende St. (Krone zwar noch ziemlich normal geformt, aber verhältnismäßig schwach entwickelt und eingeengt, oft mit schon beginnender Degeneration — untere Grenze des herrschenden Bestandes); 4) beherrschte Stämme (Krone mehr oder weniger verkümmert, entweder von allen Seiten oder nur von zwei Seiten zusammengedrückt oder einseitig entwickelt), hierunter a) zwischenständige, b) teilweise unterständige Kronen; 5) ganz unterständige Stämme. — Nunmehr wird jeweils bestimmt angegeben, welche der angeführten Klassen bei der Durchforstung der Nutzung anheimfallen sollen.

Nach allen bisherigen Auseinandersetzungen können nur in bezug auf diejenigen Stämme Zweifel bestehen, welche sich am Kronenschluß im Bestande noch aktiv beteiligen, indem sie über sich noch einen mehr oder minder großen freien Luftraum haben oder sich wenigstens mit ihren Aesten noch in die oberen Partieen der Nachbarkronen eindrängen, so daß letztere dadurch in ihrer seitlichen Ausbildung behindert sind. Was an Bäumen bereits vollständig unterdrückt ist, darf — unter Nichtbeachtung des geringen Nährstoffverbrauchs, welcher für ihren unbedeutenden Zuwachs erforderlich ist — als für die Bestandeserziehung gleichgiltig betrachtet werden. Die Ansichten darüber, wie weit man den Kronenschirm lockern soll, gehen sehr auseinander. Wer für ganz schwaches Eingreifen eintritt und damit sich weigert, den Kronenschluß überhaupt irgend zu unterbrechen, kann sich nur auf möglichst weitgehende Sorge für den Bodenschutz, sowie für Ausbildung glattschaftiger, astreiner, schlanker Nutzholzstämme berufen. Die bei etwas räumlicherer Stellung der einzelnen Stämme heranwachsenden Bestände produzieren, ausweislich aller neueren Untersuchungen [135]) mehr Masse und zwar diese in Gestalt nicht bloß stärkerer, aber, wie man viel-

---

134) Es wird unterstellt, daß der beim Verkauf erzielte Preis als der Wert der Waare und deren Gebrauchsfähigkeit (Qualität der erzogenen Hölzer) sich decken; wenigstens hat die Wirtschaft für die Beurteilung ihrer Maßnahmen zunächst keinen anderen brauchbaren Maßstab als den im Erlös beim Produktenverkauf erreichten thatsächlichen Geldertrag.

135) Gustav Heyer hat als Herausgeber des Carl Heyer'schen Waldbaues (3. Aufl. S. 291) die Vorteilhaftigkeit des Eingreifens in die dominierende Stammklasse als Möglichkeit ins Auge gefaßt, die Entscheidung darüber bezüglichen Versuchen vorbehaltend. Inzwischen sind eine Reihe solcher Versuche veröffentlicht worden, wie u. a. Wagener in seinem Waldbau (S. 178 ff.) Zahlen mitteilt, welche entschieden für räumlichere Stellung sprechen, wie sie nur erreicht wird, wenn man sich von dem ängstlichen Belassen aller noch lebensfähigen Stämme im Bestande lossagt. — Erfahrungen in Braunschweig (cfr. Verhandlungen des Hils-Solling-Vereins von 1885) lauten dahin, daß starke Durchforstungen in gleichem Grade erst nach längeren Zeiträumen wiederholt

fach annahm, niedrigerer Exemplare, sondern die Höhenentwickelung wird durch den gedrängten Schluß nicht gefördert. Mithin bleibt als Argument für letzteren zunächst nur die größere Formzahl und bessere Qualität der Stämme hinsichtlich deren technischen Eigenschaften übrig. Im allgemeinen darf man hierin einen Ersatz für die bedeutenderen Dimensionen der in gleicher Zeit erwachsenen Stämme, bezw. für den Gewinn an Zeit bei Forderung gleicher Dimensionen nicht oder doch nur in beschränktem Maße erblicken und muß sich überdies an das verschiedene Verhalten der Holzarten (Laub- und Nadelholz ꝛc.) in dieser Beziehung erinnern [136]).

Vielfach hat man für verschiedene Alter des Bestandes verschiedene Durchforstungs-Normen aufgestellt. Man hat den Bestand dunkel gehalten bis zur Vollendung des Haupthöhenwachstums [137]), während man späterhin mit stärkeren Aushieben vorgegangen ist. Dann konnte der Bestand zunächst in jener erster Periode seines Lebens Stämme herausbilden, welche bis zu einer gewissen Höhe über dem Boden astrein sind [138]) und später die erwünschten Dimensionen der Einzelstämme entwickeln. Unleugbar hat diese Auffassung eine gewisse Berechtigung; und doch wird sie hinfällig, sobald nachgewiesen wird, daß durch besondere Pflege, die man einer beschränkten Anzahl dominierender Stämme schon in jüngeren Jahren durch Gewährung größeren Wachsraumes angedeihen läßt, insgesamt mehr geleistet, d. h. eine rentablere Wirtschaft geführt wird. Dafür, daß dies der Fall sei, wird neuerdings eine größere Anzahl von Stimmen laut, welche, wie insbesondere Wagener und Riniker, betonen, daß an der Gesamtzuwachsleistung eines Bestandes der dominierenden Stammklasse dauernd der weitaus größte Anteil zufalle, und daß hiernach ein Grund zur Berücksichtigung auch der zurückbleibenden Individuen nicht vorliege: letztere nutzen am meisten, wenn sie den dominierenden möglichst bald allen Platz überlassen und dabei thunlichst rasch einen Ertrag in die Kasse des Waldbesitzers liefern, es sei denn, daß sie als Füllholz nicht entbehrt werden wollten, falls die Zahl der dominierenden Stämme für sich allein den Boden nicht mehr genügend deckt.

Wägt man alles für und wider sorgfältig ab, so kommt man zu dem Schluß, daß überall ein kräftiges Eingreifen, also die starke Durchforstung, welche eine zeitweise Unterbrechung des Kronenschlusses nicht scheut, die Regel zu bilden hat, während die mäßige (sich auf die unterdrückten Stämme beschränkend) oder gar die schwache (nur die abgestorbenen und absterbenden begreifend) als Ausnahmen zu betrachten sind, für deren Berechtigung im einzelnen Falle bestimmter Nachweis verlangt werden muß. Dies gilt, wenn nicht schon für die allerersten Durchforstungen, so mindestens vom angehenden Stangenholzalter ab. Abweichungen bleiben vorbehalten, und es wird niemand darüber zweifelhaft sein, daß solche gerade in jüngeren Beständen häufig geboten sind. Wie weit übrigens die einzelne Durchforstung mit der Lockerung im Kronendach gehen soll, ist, wie schon oben angedeutet wurde, wesentlich von der Häufigkeit der Wiederholung abhängig.

---

werden können, so daß deshalb die Massenerträge bei starkem und mäßigem Eingriff ziemlich gleich werden. Die starke Durchforstung ist finanziell vorteilhafter, paßt aber nur auf besseren Standort.

136) Nicht zu übersehen ist u. a., daß Robert Hartig (cfr. dessen „Holz der deutschen Nadelwaldbäume", 1885) neuestens gezeigt hat, daß auch bei den Nadelhölzern breite Jahresringe keineswegs notwendig eine geringere Holzqualität bedingen, sondern daß sich die Zunahme der Ernährung eines Baumes allgemein auch in Verbesserung der Qualität äußert. Durchforstungen bewirken, sofern die Massenproduktion steigt, alsbald auch eine Hebung der Qualität.

137) Der laufend jährliche Höhenzuwachs kulminiert nach den neueren Ertragstafeln für die Fichte durchschnittlich mit 40—50, die Buche mit 30—35, Kiefer 15—20, Tanne 50—70 Jahren, der durchschnittliche Höhenzuwachs bezüglich im Alter von 60—80, 40—50, 30 und 70—100 Jahren.

138) Die einzelnen Holzarten verhalten sich in dieser Hinsicht sehr verschieden. Die unteren Zweige sollen absterben, bevor sie zu stark geworden sind, um demnächst noch abgestoßen zu werden; sie sollen keine Hornäste im Holz zurücklassen. Bei Lichthölzern erfolgt das Absterben naturgemäß rascher; Laubhölzer stoßen die starken Aeste meist leichter und vollständiger ab als Nadelhölzer, unter welchen namentlich die Fichte sich nur bei dichtem Schluß entsprechend schnell und vollständig reinigt.

Die Durchforstung soll nicht den Charakter eines Lichtungshiebes annehmen; aber es ist zu beachten, daß ein solcher noch lange nicht vorliegt, wenn vorübergehend die Sonne da und dort im Bestande zum Boden bringen kann, während nach wenigen Jahren schon wieder volle Kronenspannung zu erwarten steht[139]). Mehr als zwei Zehntel der Bestandesmasse wird man, Kronenschluß ohne Ueberfüllung, d. h. ohne merkliche gegenseitige Beengung vorausgesetzt, auch bei der starken Durchforstung kaum auf einmal entfernen, hiermit aber auch meist schon einen Zustand erzielen, bei dem sich der bleibende Bestandesteil einer normalen Entwickelung erfreut. Das richtige Maß würde erreicht sein, wenn bis zur nächsten Durchforstung jene mäßige Spannung, bei welcher die Bäume mit möglichst allseits gut gebildeten Kronen sich berühren oder doch höchstens mit den Astspitzen ineinandergreifen, wieder hergestellt wäre. Jedem weitergehenden gegenseitigen Beengen sollte sofort durch eine neue Durchforstung abgeholfen werden.

Verschiedenheiten der Ausführung ergeben sich im einzelnen in Menge. Namentlich ist für die erste Durchforstung im Jungbestande die Art der Bestandesbegründung bezw. die ursprüngliche Bestandesdichte maßgebend und zwar nicht nur direkt wegen des dadurch bedingten stärkeren oder minder starken Drängens und Ringens der einzelnen Stämmchen nebeneinander, sondern hauptsächlich mittelbar wegen der Beschaffenheit derselben. Man muß nicht selten eine erste Durchforstung schwächer greifen, weil die einzelnen Stämmchen so schlank erwachsen sind, daß jeder plötzlich stärkere Eingriff ein Umlegen derselben zur Folge haben würde. Ebenso ist, wenn nicht freierer Stand von der ersten Jugend an widerstandsfähigere Bestände erzeugt hat, die Schneedruckgefahr in dem kritischen Gertenholzalter sehr zu beachten, wenn auch gerade ein dichter Kronenschirm die Schneeauflagerung erleichtert. Es ist ein Unterschied, ob man an steilen südlichen Hängen oder auf mäßig geneigten, frischen Nordhängen operiert. Im allgemeinen wird man in schlechteren Lagen vorsichtiger zu Werk gehen müssen, hauptsächlich um die Bodenkraft zu bewahren; man darf aber dabei auch nicht übersehen, daß gerade schlechtere Bestände auf Standorten mit geringer Bodenthätigkeit oft für die ihnen durch wirtschaftlichen Eingriff gewährte Beihilfe besonders dankbar sind. Ebenso wird man zum Schutz gegen das Eintreten des Windes in die Bestände (Windmäntel!) die Bestandesränder oft weniger stark angehen, als das Bestandesinnere[140]). Selbst unterdrückte Stämme sind dann zu schonen, wenn ihr Aushieb Lücken im Bestande verursachen würde, welche als Windfänge oder durch Bodenaushagerung bedenklich werden könnten. Alles in allem braucht man in vorgeschrittenerem Bestandesalter weniger ängstlich zu sein, wenn man je gegenüber von Jungwüchsen die hergebrachte Bedenklichkeit nicht überwinden könnte. Dadurch, daß eine zu schwache Durchforstung die Entwickelung des Hauptbestandes ungebührlich zurückhält, wird meist viel größerer Schaden angerichtet, als durch die wenigen Fälle, in welchen vielleicht durch einen zu starken Eingriff in irgend welcher Richtung einmal ein Nachteil eintritt.

§ 59. C. **Besondere Fälle der Durchforstung**: Der Durchforstungsbetrieb steht in engem Zusammenhang mit der Art des Wirtschaftsbetriebs überhaupt. Namentlich ist ein, allen Rücksichten im einzelnen gerechtwerdender intensiver Durchforstungsbetrieb am leichtesten möglich in nicht zu ausgedehnten Revieren, deren Verwalter die Befolgung ihrer Intentionen überall und jederzeit gehörig überwachen können. Aber auch in anderer Weise dokumentiert sich jener Zusammenhang. So kann die Durchforstung, wenigstens in den älteren Beständen vielfach eine etwas andere sein, je nachdem Kahlhieb mit nachfolgender künstlicher Kultur oder natürliche Verjüngung beabsichtigt ist, welch letztere vielleicht, ohne auf die Benutzung etwaiger Vorwüchse abzuheben, ihre Aufgabe nur mittelst einer annähernd gleichmäßigen Verteilung der Mutter-

139) Als Verfasser gelegentlich der 1881er Versammlung des württembergischen Forstvereins eine der von ihm für Zwecke der forstlichen Versuchsstation angelegten D-Flächen (Revier Weingarten bei Ravensburg, Distrikt Postwies) vorzeigte, auf welcher in der Absicht, größere Gleichmäßigkeit des Bestandes zu erzielen, neben unterdrücktem Material auch einzelne dominierende Stämme gefällt worden waren, mußte sich der ausgeführte Hieb von manchen Seiten die Bezeichnung als Lichtungshieb gefallen lassen. Wer die Fläche bei der neuesten Aufnahme (1886) wieder gesehen hat, wird nicht zweifelhaft gewesen sein, daß er es mit einem Lichtungshieb keineswegs zu thun hatte.

140) Andererseits kann stärkere Durchhauung des Bestandesrandes bei solchen Beständen, welche für Anwendung eines Loshiebes gegen Windwurf schon zu alt sind, geradezu angezeigt sein, um die Randstämme rascher erstarken (durch Kronen- und Wurzelausbreitung widerstandsfähiger werden) zu lassen.

bäume lösen will; Abweichungen ergeben sich im gemischten Bestande gegenüber dem reinen, im Hochwald gegenüber dem Mittel- und Niederwald, in der Femelwirtschaft im Vergleich zum schlagweisen Betrieb, in einer Brennholzwirtschaft im Gegensatz zu Nutzholzbeständen u. s. w. Endlich können auch Servituten (Recht auf Lese- und Dürrholz), also ganz außerhalb der Wirtschaft liegende Gründe, eine verschiedene Behandlung fordern.

Von allen durch solche Verschiedenheiten der Umstände bedingten Modifikationen sollen hier nur einige Fälle besonders hervorgehoben werden:

1) Aushieb von Krebstannen[141]: Wenn in Weißtannenwaldungen, wie in der Regel, Krebstannen vorkommen, so wird deren Aushieb als Mittel gegen die Verbreitung dieser Krankheit betrachtet. Die Durchforstung hat die Aufgabe, vom jugendlichen Bestandesalter an die mit Krebs behafteten Bäume aufzusuchen und zu entfernen. Fraglich ist, ob man da, wo Krebse in großer Zahl auftreten, die betreffenden Stämme ohne Wahl alle aushauen soll, also insbesondere auch dann, wenn sie mehr nesterweise verteilt sind, oder ob man eine gleichmäßige Stellung des Bestandes, wie sie im allgemeinen von der regelmäßigen Durchforstung beabsichtigt wird, auch bei diesem Vorgehen gegen die Krebstannen anstreben soll. Die meisten Stimmen sprechen sich für schonungsloses Entfernen derselben aus, und für diesen besonderen Fall läge die Abweichung von den allgemeinen Durchforstungsregeln darin, daß eben der Schutzzweck die übrigen Rücksichten in den Hintergrund drängt. Im Jungbestand, in welchem der Kampf gegen das Uebel zu beginnen hat, sind die entstehenden Lücken an sich nicht bedeutend und werden durch einwachsende Individuen bald ausgefüllt; in älteren Beständen wird durch den Aushieb der Krebstannen, wenn dadurch Lücken entstehen, die Verjüngung eingeleitet, bezw. da, wo man eine femelartige Bewirtschaftung der Weißtanne (Femelschlagbetrieb mit langer Verjüngungsdauer) anstrebt, diese in der einfachsten Weise gewissermaßen ganz von selbst in Szene gesetzt.

2) Durchforstung gemischter Bestände[142]: Im Mischbestande ist die Bestandespflege von besonderer Bedeutung namentlich dann, wenn eine Lichtholzart dauernd in demselben erhalten bleiben soll, welche nicht unbedingt raschwüchsiger ist als die den Grundstock bildende Schattenholzart, ein Verhalten, welches, wie früher festgestellt wurde — cfr. Erster Abschnitt III, B 3 — häufig vorliegt. Ein ursprünglich bei der Bestandesanlage dem Lichtholz gegebener Alters- und damit Höhen-Vorsprung wird oft früher oder später von den nachdrängenden Nachbarn eingeholt, so daß dann die Axt dem Lichtholz durch Freihauen zu Hilfe kommen muß. Hier ist also die Aufgabe der Durchforstung insofern erweitert, als sie, neben der Steigerung des Zuwachses, bezw. der Nutzholzausformung im Bestand als Ganzem, geradezu die Erhaltung der bedrängten Art bezweckt. Letzteres hat natürlich nur Sinn, wenn diese zu schützende Holzart wertvoller ist, als die Hauptholzart (z. B. Eiche, Esche, Lärche u. s. w. in Buchen). Kommt sie einzeln eingesprengt vor, so muß durch Kronenfreihieb, der nach Bedarf zu wiederholen ist, stets für den nötigen Entwickelungsraum gesorgt werden: eine viel Aufmerksamkeit und Umsicht erfordernde Aufgabe für deren erfolgreiche Durchführung oft schon die Behandlung des Bestandes in früher Jugend entscheidend wird. Sind die Lichthölzer einmal überwachsen oder auch nur seitlich sehr eingeengt, so kann ein späterer Freihieb meist das Versäumte nicht mehr nachholen. Besonders empfindlich zeigt sich in dieser Beziehung die Lärche, welche zu ihrem Gedeihen eine ca. 1/3 der Gesamthöhe einnehmende grüne Krone nötig zu haben scheint. Eventuell haben dem vorliegenden Zwecke auch dominierende Stämme der Schattenholzart zum Opfer zu fallen. Dabei ist in Jungwüchsen, wenn sich die schlank aufgeschossenen Lichtholzexemplare (besonders Eichen) noch nicht zu tragen vermögen, oft

141) Vergl. u. a. die Verhandlungen des badischen Forstvereins zu Wolfach von 1884.
142) cfr. z. B. Gayer „Waldbau" S. 551 ff.; Ney „Waldbau" S. 295.

nicht vollständiges Aushauen, sondern nur Einstutzen der bedrängenden Stämme angezeigt Selbstverständlich hat man keine besondere Mühe an solche Exemplare zu verschwenden, welche nicht vollkommen nutzbare Stämme des Haubarkeitsbestandes zu werden versprechen. Ist die Mischung eine horstweise, so bietet sich, gegenüber dem reinen Bestande, eine Besonderheit meist nur an den Rändern des Horstes; letzterer ist natürlich ringsum gegen das Ueberwachsenwerden sicher zu stellen. Die Einmischung in kleineren Gruppen nähert sich bezüglich ihres Verhaltens bald mehr dem Horst, bald mehr der Einzeleinsprengung.

c) Aushorstung dominierender Stämme: Aus allen bisherigen Betrachtungen geht hervor, daß sich allgemein und grundsätzlich die Durchforstungen im Nebenbestande bewegen und in die Zahl der herrschenden Stämme nur in besonderen Ausnahmefällen eingreifen. Als solche sind außer dem oben angeführten Aushieb zum Schutz eingesprengter lichtbedürftiger Nutzhölzer u. a. namhaft zu machen: die Entnahme α) kranker nutzholzuntauglicher dominierender Exemplare; β) von Exemplaren solcher Holzarten, die man im Bestande ferner überhaupt nicht oder nur in geringerer Anzahl dulden will (z. B. Bestandesreinigungen vor Einleitung der Verjüngung); γ) solcher Stämme, die sich infolge besonders frühzeitigen Vorwachsens seitlich zu sehr ausgebreitet haben und im Vergleich zu ihrer Leistung zu viel Standraum beanspruchen. Die Fälle ad α und β sind sofort klar; der Fall ad γ bedarf jedesmal einer besonderen Begutachtung. Im Hochwald ist es meistens zweckmäßig, solche vordringliche Individuen — wenn man es nicht, weil etwa ihre Nutzholzqualität noch zweifelhaft ist, zunächst mit der Aufastung versuchen will — baldmöglich zu entfernen, um an ihrer Stelle besseres Material nachzuziehen. Inwieweit letzteres noch möglich ist, hängt freilich von der Beschaffenheit des umgebenden Bestandes ab; meist wird ein Erfolg nur noch in Jungwüchsen und angehenden Stangenhölzern zu hoffen sein, da sich in älteren Beständen unter solchen vorgewachsenen Exemplaren häufig keine genügend entwickelungsfähigen schwächeren Individuen vorfinden und eine Rekrutierung durch besondere Einpflanzung wegen Randverdämmung nicht möglich oder wegen der bis zum Abtrieb des Bestandes nur noch kurzen Frist nicht mehr lohnend ist.

In neuester Zeit hat nun die Frage der Aushorstung dominierender Stämme ein erhöhtes Interesse gewonnen durch die von Borggreve als Regel proklamierte sog. Plenterdurchforstung [143]). Durch dieselbe wird nämlich der bisher als Ausnahme betrachtete Aushieb herrschender Stämme vom reiferen Stangenalter, spätestens vom ersten Beginn der Mannbarkeit ab geradezu als das normale Vorgehen gefordert. Prinzip dabei ist, daß durch diesen Aushieb dominierender Stämme regelmäßig einer größeren oder geringeren Anzahl beherrschter (immerhin noch entwickelungsfähiger) Stämme Luft gemacht wird, welche sich infolge dessen demnächst zu brauchbaren Nutzstämmen herausarbeiten, während sie sonst, d. h. unter dauernder Bedrückung seitens der bisher dominierenden Exemplare lediglich die Rolle des Füllholzes weiter gespielt und früher oder später ganz abständig geworden wären. Allmählich wird also eine möglichst große Anzahl der im Bestande überhaupt vorfindlichen Stämme einer vollgiltigen Entwickelung entgegengeführt, bis bei genügend langer Umtriebszeit (140—160 Jahre) und fortdauernder Wiederholung (alle 10 Jahre Aushieb von 0,1—0,2 der Bestandesmasse, welche sich durch Zuwachssteigerung entsprechend wieder ergänzt) das brauchbare Material aufgezehrt ist. Inzwischen hat der Bestand das denkbar mögliche Maximum an guten Nutzholzstämmen geliefert; die jeweils ausgeforsteten dominierenden Stämme ergaben relativ frühzeitig bedeutende Gelderträge, mithin ist diese Art der Wirtschaft überdies eine in hohem Grade rentable. Bedingung für die Durchführbarkeit ist die Entwickelungsfähigkeit der durch die Durchforstung freigestellten, bisher beherrschten Stämme. Ist diese gesichert, so läßt sich im übrigen das Verfahren zweifels-

143) cfr. Borggreve „Holzzucht" S. 186 ff., sowie Forstl. Blätter von 1887, S. 225 ff.

ohne durchführen, und es fragt sich dann nur, ob es auch genügend gut, bezw. besser rentiert, als jede andere Art der Durchforstung.

Ich stehe nicht an, die Möglichkeit der noch leidlich guten Entwickelung einer Mehrzahl jener Individuen zuzugeben, falls die Bedrückung seither keine zu weitgehende war und ihnen entsprechend rechtzeitig beigesprungen wird. Immerhin bin ich nicht geneigt, die Erholungsfähigkeit so weit und so allgemein vorauszusetzen, als Borggreve [143]). Aber hiervon abgesehen möchte ich die höhere Rentabilität der Plenterdurchforstung vorläufig verneinen. Zunächst ist wesentlich, daß durch jede Erhöhung der Umtriebszeit in einem gegebenen Walde die Fläche des Einzelschlages proportional verkleinert wird: man darf die Rechnung nicht je für die Flächeneinheit stellen. Sodann vindiziere ich den herrschenden Stämmen, falls sie allseits genügenden Wachsraum erhalten, eine Zuwachsleistung, welche sie befähigt, in kürzester Zeit den Markt mit den geforderten Sortimenten zu befriedigen. Der im 60ten Jahre als prädominierend ausgehauene Stamm kann in dieser Hinsicht doch nicht gleiches leisten, wie der nämliche Stamm falls er noch 20 oder 40 Jahre zugewachsen wäre. Der höhere Umtrieb liefert bei der Plentendurchforstung, da eine Mehrheit stärkster Stämme jeweils herausgehauen wird, doch immer wieder nur Stämme mittlerer Dimensionen; wenn aber solche für die Befriedigung des Marktes genügen, so ist gar nicht abzusehen, weshalb man diese Stämme nicht je auf größeren Einzelflächen mit niedrigerem Umtrieb erziehen soll, wobei abwärts alle geringeren Sortimente, die doch ebenfalls gute marktfähige Ware darstellen, in genügender Menge anfallen, während die Plenterdurchforstung (obwohl sich die Sache in der Praxis anders machen wird) eigentlich grundsätzlich auf die Nutzung der geringeren Stammklassen verzichtet, indem sie deren Individuen möglichst alle noch in höhere Klassen hinaufschrauben will. Wäre dies ohne beträchtlichen Zeitaufwand möglich, so könnte nichts dagegen eingewendet werden. Daß die stets dominierend gewesenen Stämme meist ungünstigere Stammformen haben, ist an sich zwar wohl richtig, wird aber durch die stärkeren Dimensionen vielfach reichlich aufgewogen (entscheidend ist die Zopfstärke bei bestimmter Länge); ebenso ist der ungünstige Einfluß der Fruktifikation nicht in dem Maße zu fürchten, wie es Borggreve thut. Wäre dieser Einfluß überhaupt ein regelmäßig eintretender, so müßte sich im allgemeinen, wie schon früher ausgesprochen wurde, jedes Mastjahr durch einen relativ schmalen Jahresring charakterisieren. Wie mir scheint, hat Borggreve vorzugsweise solche Bestände im Auge, in welchen eine verhältnismäßig kleine Anzahl von Jugend auf entschieden vorwüchsiger Individuen Luft- und Bodenraum im Bestande in übermäßiger Weise in Anspruch genommen hat, so daß unter und neben ihnen keine auch nur annähernd gleichwertigen Stämme vorfindlich sind. Solche Bestände bilden freilich nie das Ideal der Wirtschaft. Die Zahl der dominierenden Stämme müßte allgemein durch alle Alter des Bestandes mindestens so groß sein, als die Stammzahl des (unter vollkommener Berührung der Kronen) gut geschlossenen Haubarkeitsbestandes. Im Alter der erklärten Hiebsreife, d. h. dann wenn wir den Zuwachs als für unsere Zwecke beendet erklären, braucht kein freier Raum zwischen den einzelnen Kronen mehr vorhanden zu sein. Bei normaler Entwickelung des Bestandes wird aber jene Minimahlzahl dominierender Stämme (in von Jugend an natürlich abnehmendem Maße) weit überboten, indem diese, bei der Bestandespflege vorzugsweise zu berücksichtigenden Stämme stets in solcher Zahl vorhanden sein sollen, daß sie, ohne die bereits be-

143) Es ist hier natürlich nicht der Ort, ins einzelne auf eine Diskussion der hochinteressanten Frage einzugehen. Nur die Notiz sei angefügt, daß auch die Wirtschaft bei der Weißtanne im Schwarzwald und in den Vogesen, also bei der wohl unzweifelhaft zählebigsten Schattenholzart, zwischen den noch entwicklungsfähigen unterdrückten Tannen und denen, von welchen wegen zu starker und zu lang andauernder seitheriger Bedrängung eine Erholung und Erstarkung nicht mehr zu hoffen ist, sorgfältigst unterscheidet.

herrschten und unterdrückten, vor jeder Durchforstung für sich allein einen mindestens mäßig geschlossenen Bestand darstellen. Dann aber ist eine so weitgehende Abformigkeit der herrschenden Klasse keineswegs allgemein zuzugeben. — Borggreve citiert mich selbst[144]) als einen bedingungsweisen Anhänger seiner Plenterdurchforstung, weil ich auf einigen von der württembergischen Versuchsstation angelegten D-Flächen, also bei unserem stärksten Durchforstungsgrade, auch dominierende Stämme herausgehauen habe[145]). Solches ist freilich geschehen, aber nur mit einzelnen Exemplaren, die besonders vordringlich waren, und nur wenn die dadurch vom Druck befreiten Stämme „in ihrer Gesamtheit für Bestandesschluß, Massen- und Wertsproduktion ꝛc. demnächst mehr zu leisten versprachen, als der vorgewachsene Stamm." Ich habe jenen Aushieb versuchsweise, wenn auch in der vollen Ueberzeugung von seiner Berechtigung, vornehmen lassen in ca. 35jährigen Beständen, zunächst um in denselben etwas zu egalisieren, bezw. um die übergroßen Ansprüche einzelner Individuen zu gunsten der Gesamtheit zurückzuweisen. Die höchste Leistung des Bestandes ist nicht durch wenige besonders starke Stämme gegeben, sondern sie ruht in einer innerhalb des Rahmens der gegebenen Umtriebszeit herausgebildeten möglichst großen Anzahl kräftig entwickelter Stämme. In diesem Sinne scheue ich den gelegentlichen Aushieb einzelner dominierender Stämme keineswegs, betrachte ihn aber stets nur als Ausnahme und jedenfalls nicht vorzugsweise wegen der dadurch ermöglichten Erhöhung der Umtriebszeit als willkommen; eine solche kann doch nie an sich Wirtschaftsziel sein, sondern nur dann einen Zweck haben, wenn eine niedrigere Umtriebszeit nicht im stande ist, den Markt mit der begehrten, gebrauchsfähigen Ware zu versehen. So lange eine niedrigere Umtriebszeit dies leistet, hat sie vor der höheren stets den Vorzug und gerade in diesem Sinne sind kräftige Durchforstungen eindringlich zu empfehlen.

Was die „Plenterdurchforstung" neues darstellt, ist — dies muß scharf betont werden — nur der als Regel hingestellte Grundsatz, auch gesunde, normal gebildete, vollkommen nutzholztaugliche dominierende Stämme vor der Hiebsreife des Gesamtbestandes, also gelegentlich der Zwischennutzungen lediglich deshalb herauszuhauen, weil dadurch einigen bisher unterdrückten Individuen die Möglichkeit gewährt wird, auch noch wenigstens Mittelwaare zu werden, während sie sonst als nur gering zuwachsende Stämme einem einzelnen, allerdings besonders hochwertigen Stamme zugesellt blieben, bis sie bei einer Durchforstung als minderwertiges Material gehauen werden. Die ganze Frage scheint mir einfach eine solche der statischen Rechnung zu sein. Und gerade die höhere Rentabilität der Plenterdurchforstung möchte ich, ohne die Anwendbarkeit der letzteren in einzelnen Fällen zu bestreiten, allgemein zunächst nicht zu geben. Insoweit die Plenterdurchforstung solche dominierende Stämme greift, welche aus irgend einem Grunde (Holzart, Stammform, Kronenentwickelung u. s. w.) nicht Träger der Nutzholzerzeugung im Bestande sind, fordert sie nichts anderes, als was da, wo man überhaupt richtig durchforstet hat, schon längst in der nämlichen Weise gemacht worden ist.

§ 58. IV. Durchführung im Walde.

A) Holzauszeichnung: Die sorgfältigste Leitung des Durchforstungsbetriebs ist eine der wichtigsten Obliegenheiten des Wirtschaftsbeamten. Ist letzterer auch in einem größeren Reviere nicht im stande, jedes einzelne auszuforstende Exemplar in Jungwüchsen selbst zu bezeichnen, so muß er sich doch durch entsprechend umfängliche Probeauszeichnung überzeugt haben, daß seine Absichten von dem untergebenen Personal nach allen Seiten hin vollständig verstanden sind, und hat sich durch häufig wiederholten Besuch der betr. Schläge von dem sachgemäßen Vollzug seiner Anordnungen zu vergewissern; Zweifelsfälle sind seiner Entscheidung vorzubehalten. Daß sich die Ausführung in Brennholzbeständen meist sehr viel einfacher gestaltet, als in einer Nutzholzwirtschaft, im reinen Bestande einfacher als im gemischten, liegt auf der Hand. Im frühesten Alter des Bestandes genügt event. eine Probedurchforstung unter den Augen des Wirtschafters, bei geringeren Stangen erfolgt Auszeichnung mit dem Risser, bei stärkeren und bei Stämmen

---

144) Borggreve: Holzzucht S. 189/190.

145) Vergl. Lorey: „Durchforstung oder Lichtungshieb"? Allg. F. u. J.-Z. v. 1881 S. 406.

mit dem Waldhammer. Die spezielle Auszeichnung der späteren Durchforstungen dürfte, wenn dieselben wirklich alles wünschenswerte leisten sollen, dem Wirtschaftsführer nicht erspart bleiben. Die richtige Schlagstellung ist sofort, d. h. durch einmalige Auszeichnung anzustreben; beim Laubholz ist die letztere womöglich vor Laubabfall vorzunehmen [145a]).

b) Hiebsführung: In jüngeren Beständen kommen als Werkzeuge event. besondere Durchforstungsmesser, ferner die Durchforstungsscheere und die Heppe in betracht; demnächst haben Axt und Säge einzutreten. Feinere Durchforstungen (in Jungwüchsen, wo nicht jedes Exemplar besonders ausgezeichnet ist) werden oft mit Vorteil im Taglohn ausgeführt. Die Zeit der Vornahme ist in der Regel von der Ausführung der Hauptfällungen abhängig, indem die Durchforstungen mit diesen in passender Weise kombiniert werden müssen.

Drittes Kapitel.

Die Aufastungen [146]).

§ 59. Unter Aufastungen oder Entastungen versteht man die Wegnahme von Aesten an stehenden Stämmen. Je nachdem diese Aeste schon abgestorben oder noch lebend sind, unterscheidet man Trocken- und Grünästnng [147]).

I. Zweck: Die Aufastung kann in dreifacher Beziehung von Bedeutung werden, nämlich 1) für die Entwickelung der aufgeasteten Stämme selbst; 2) für die Entwickelung des Unterwuchses; 3) durch die dabei gewonnene Holzmasse. Bald veranlaßt uns die eine, bald die andere der genannten Absichten zur Ausführung einer Aestung; in den meisten Fällen jedoch wird dieselbe in erster Linie behufs

a) Erziehung guter Nutzstämme vorgenommen. Dabei kommt in Betracht die etwaige Wirkung der Aufastung α) auf die innere Gesundheit des Stammes, β) auf die inneren Strukturverhältnisse, γ) auf die Wachstumsverhältnisse (Formentwickelung ꝛc.). In jedem Falle steht der Gebrauchswert des Stammes in Frage.

Ob und inwieweit die Astung günstig wirkt, ist noch nicht endgiltig und insbesondere noch nicht durch die erforderliche Reihe exakter komparativer Versuche genügend festgestellt. Je nach den vorliegenden Bedingungen wird der Erfolg ein sehr verschiedener sein. Die angestrebten Vorteile sind: Erzeugung astfreier Holzlagen, verbesserte Schaftform, Anregung des Wachstums überhaupt und insbes. des Höhenwachstums, Erhöhung der Widerstandsfähigkeit gegen Stürme und sonstige Witterungsübel. Es fragt sich nur, ob diese Vorteile erreicht werden können, ohne daß gleichzeitig Nachteile eintreten, und ob weiterhin der Erfolg derart ist, daß sich der durch die Aufastung bedingte Kostenaufwand lohnt.

So lange es sich nur um Entnahme trockener Aeste (event. Aststummel) handelt,

---

145a) Die Regel, den Hieb erst schwach zu greifen und dann eine Nachauszeichnung vorzunehmen, führt keineswegs immer zu dem gewünschten Ziel einer gleichmäßigen Durchlichtung des Bestandes. Ist eine solche bei dem ersten Aushieb erreicht, so werden durch die Nachfällung vielfach Ungleichförmigkeiten entstehen, zumal man mit dem Nachhieb in der Regel in stärkere Stammklassen kommt. — In noch belaubtem Bestande bietet dichter Kronenschluß manchmal eine Schwierigkeit für die richtige Beurteilung des Werts einzelner Stämme. Immerhin aber dürfte dieselbe weniger hoch zu veranschlagen sein, als die nach Laubabfall häufig eintretenden Zweifel bezüglich der relativen Bedeutung von Nachbarstämmen. Kommt hinzu, daß der Nachsommer meist die „arbeitsfreie" Zeit des Revierverwalters ist, daß er dann also das Geschäft des Auszeichnens ohne Kollision mit anderen Arbeiten vornehmen kann.

146) Zu vergleichen: Allgemeiner Arbeitsplan für forstliche Aestungsversuche. Aufgestellt von dem Verein deutscher forstlicher Versuchsanstalten 1886; abgedruckt im Jahrbuch der preuß. Forst- und Jagdgesetzgebung und Verwaltung, 18. Bd., 4. Heft, S. 264 ff. In demselben sind sämtliche bei der Aestung irgend in Betracht kommende allgemeine Gesichtspunkte aufs vollständigste zusammengestellt. Zugleich ist daraus zu ersehen, nach welchen Richtungen hin die ganze Frage der Klärung noch bedarf. — Vergl. auch Kienitz, „Ueber die Aufastung der Waldbäume", Suppl. zur Allg. F. u. J.Z. X. Bd. 2. Heft. 1877.

147) Gelegentlich (z. B. in dem vorgenannten Arbeitsplan) wird auch noch die sog. Welkästung unterschieden, worunter die Wegnahme natürlich oder künstlich (durch Einstutzen oder Ringelung) gewelkter Aeste verstanden wird.

wie sie sich namentlich infolge mangelnder Lichtwirkung fast immer mehr oder weniger reichlich vorfinden, kann der Baum, entsprechend vorsichtige Ausführung vorausgesetzt, nur Vorteil von der Aestung haben, indem dadurch eine Arbeit vollzogen wird, die er anderenfalls entweder durch allmähliches Abstoßen des toten Organs selbst vornehmen müßte, oder deren Unterlassung (bezw. Unmöglichkeit des Abstoßens stärkerer Aeste) insofern nachteilig wirkt, als der tote Teil einwächst, zu Fehlstellen (Hornäste) Anlaß gibt und demnächst die Nutzfähigkeit des Stammes vermindert. Erhebliche Zweifel dagegen bestehen hinsichtlich der Grünästung: Die Ansichten gehen sehr auseinander; im allgemeinen aber scheint festzustehen, daß man selbst bei Bäumen von hoher Reproduktionskraft nicht über ein gewisses Maß (Zahl der zu entfernenden Aeste, Größe der Wundfläche) hinausgehen darf, wenn nicht die Nachteile (Minderung der Organe, mangelhafte Ueberwallung ꝛc.) überwiegen sollen. Die Umstände, welche den Erfolg beeinflussen, sind nach Art und Umfang noch durch Versuche festzustellen. Im einzelnen sind dabei hinsichtlich der Objekte, an welchen die Aestung vollzogen wird, zu beachten: die Holzart, die Standortsverhältnisse, die Bestandesverhältnisse im ganzen und der aufzuastenden Stämme insbesondere. Naturgemäß werden betreffs der Holzart für den hier in Rede stehenden Zweck nur Nutzholzarten einbezogen und zwar dürften in erster Linie die Eiche, sowie unsere Nadelhölzer ins Auge zu fassen sein. Hinsichtlich des Standorts kommen alle einzelnen Faktoren desselben in Betracht, da dieselben in ihrer Verschiedenheit wohl unzweifelhaft auch auf den Effekt der Aestung modifizierend wirken können. Die Lage (Himmelsrichtung, Abdachung ꝛc.) beeinflußt das Klima und die physikalischen Eigenschaften des Bodens; Grundgestein und Untergrund, Boden (besonders die Feuchtigkeitsverhältnisse) und Klima (Regenhöhe, Verteilung der Niederschläge, Insolation u. s. w.) sind für die Entwickelung der Holzart und event. für die Wachstumsenergie einzelner Individuen maßgebend. Auch das Alter der zu ästenden Bäume ist zu beachten, sofern man wahrscheinlich einem jungen bis mittelalten vollkräftigen Individuum mehr zumuten kann als einem alten Stamme. Wie sich jedoch die Wirkung aller dieser Elemente bezüglich des Erfolges der Aufastung gestaltet, ist noch aufzuklären.

b) Förderung des Unterwuchses. Hierbei kommt namentlich der Mittelwald, sowie der Hochwald mit natürlicher Verjüngung in Betracht. Im Mittelwald ist die Bedeutung des Unterholzes meist eine sehr erhebliche, indem viele Besitzer, von jeder einseitigen Steigerung der Oberholzproduktion absehend, auf die im Unterholz zu gewinnende Brennholzmenge besonderen Wert legen müssen. Allzu reichliche Beschattung seitens der Oberständer behindert die freudige Entwickelung des Unterwuchses, so daß durch Entnahme eines Teils der Aeste an jenen, unter möglicher Berücksichtigung der ad a angedeuteten Gesichtspunkte, nachgeholfen werden muß. Nicht minder können unter Umständen die Jungwüchse des Plenterwaldes und des schlagweisen Hochwaldbetriebes eine Lockerung des Kronenschirmes durch Entastung (Wegnahme der unteren Aeste) fordern. Dadurch wird zugleich das spätere Ausbringen der Mutterbäume mit geringerer Schädigung des Unterwuchses möglich [148]). Immerhin darf man die nachteilige Wirkung einer nur zeitweisen stärkeren Ueberschirmung des Jungwuchses nicht überschätzen, damit nicht für Aufastungen ohne Not zu große Kosten aufgewendet und nicht Stämme, welche noch längere Zeit stehen sollen, durch die Aestung zu gunsten des Unterstandes unverhältnismäßig geschädigt werden.

c) Materialanfall: Die Aufastung liefert nicht nur eine je nach Umständen mehr oder minder schätzbare Holzmasse, sondern wird vielfach auch zur Gewinnung von Streu

148) Aufästungen z. B. im Schwarzwald. Die allmähliche Entastung, hauptsächlich zu gunsten der Entwickelung des Unterwuchses, ist von der oft vollständigen Entastung unmittelbar vor der Fällung (geringste Beschädigung der Jungwüchse durch den fallenden Stamm!) zu unterscheiden. Von letzterer ist man vielfach abgekommen, weil infolge des nunmehr ganz unvermittelten Aufschlagens der Stämme auf den Boden (Steinräuhen!) zu viele, insbes. Tannen-Stämme notleiden.

(Reißstreu im Gebirg) und Futterlaub (z. B. von Eschen) regelmäßig vorgenommen. Namentlich letztere beide, dem Gebiete des Nebennutzungsbetriebs zugehörenden Zwecke sind oft Veranlassung einer, sonstige Rücksichten vernachlässigenden Ausdehnung der Maßregel.

II. Erfolg der Aestung: Außer den ad I a bereits angegebenen bedingenden Momenten sind von Einfluß die Ausführung der Entastung, die Zeit ihrer Vornahme, der Umfang derselben (Anzahl und Stärke der weggenommenen Aeste), die aufgewendeten Kosten.

A. Art der Ausführung und zwar zu beachten

1) Ort der Abtrennung der Aeste: Man unterscheidet Aestung scharf am Stamme, Aestung in geringem Abstande vom Stamme (sog. Stummeln), Einstutzen der Aeste in größerer Entfernung vom Stamme zum Behufe der vorläufigen Verhinderung ihrer Stärkezunahme oder des allmählichen Abwelkens und späteren Nachschneidens am Stamme.

Beim Aesten scharf am Stamm kann der Schnitt parallel zur Baumachse oder senkrecht zur Astachse geführt werden. Im ersteren Falle ist die Wundfläche etwas größer, die Ueberwallung aber meist vollständiger, der Einfluß der Operation, weil der beim Schnitt senkrecht zur Astachse meist verbleibende kleine Astteil fehlt, ein günstigerer. — Das Belassen kurzer Stummel scheint meist zwecklos, ja wegen Einfaulens derselben schädlich, wogegen das Belassen längerer Astreste mit einigen noch grünen Zweigen sich dann empfehlen kann, wenn man starke Aeste an bald zu fällenden Stämmen nicht ganz zu entfernen wagt, inzwischen jedoch die Beschattung des Unterwuchses vermindern möchte.

2) Instrumente: Ein glatter Schnitt ist bei der Grünastung zur Erzielung möglichst rascher guter Ueberwallung unbedingt erforderlich; alles Splittern, Einreißen in Holz und Rinde, Loslösen der Rinde vom Holzkörper ist zu vermeiden. Nur für schwache Aeste, welche mit einem Hieb vom Stamm getrennt werden können, sind Beil oder Heppe, event. auch ein (von unten zu führendes) Stoßeisen anwendbar. Im übrigen ist die Aestung mit der Säge (Hand- oder Stangensäge) vorzunehmen. Besondere Aufastungssägen mit kleinen Zähnen und verstellbaren Blättern wie z. B. diejenigen von Alers [149]) und Nördlinger [150]).

3) Ausführung, Behandlung der Wundflächen: Zur Vermeidung des Einreißens in den Stamm ist bei Entnahme aller stärkeren Aeste von unten her zunächst an der Schnittstelle einzukerben; schwere Aeste werden überdies am besten stückweise entfernt. — Die Schnittflächen werden bei Nadelhölzern (event. Verschluß derselben durch Harzaustritt) und die kleineren auch bei Laubhölzern einer besonderen Behandlung nicht unterzogen; dagegen sollen alle größeren Wundflächen, insbesondere gegen das Eindringen von Pilzen, durch einen am einfachsten und billigsten aus Steinkohlenteer zu beschaffenden Anstrich verschlossen werden. — Organisation der Arbeit: Nur durchaus zuverlässigen, geübten Arbeitern darf die Aestung übertragen werden. Bis zu einer gewissen Höhe vom Boden (ca. 6 Meter, ja mit Ansatzgestänge bis zu ca. 10—12 Meter) kann die Stangensäge angewendet werden, weiter hinauf wird die Astung durch Besteigen der Bäume vorgenommen. Die Anwendung der Alers'schen Baumgabel erfordert einen zweiten Arbeiter; ein solcher ist auch zum Teeren der Wundstellen anzustellen.

B. Zeit der Aufastung [151]): Dieselbe soll in der Zeit der Saftruhe stattfinden;

---

149) Die sog. „Flügelsäge" von Forstmeister Alers in Helmstedt ist beschrieben in Alers „Ueber Aufästen der Waldbäume" 2c. 2. Aufl. 1874. Ueber ihre Leistung zu vergleichen u. a. Heß, „Aufastung von Eichen" (Centralbl. f. d. ges. Forstwesen 1879, S. 353). Derselbe, Allg. F. u. J.Z. 1874 S. 37 ff. — Derselbe, „Astungen in Fichtenstangenhölzern" (Centralbl. f. d. ges. Forstw. 1882, S. 452). — Neuestens hat Alers zum Festhalten schwanker Aeste behufs des Absägens eine auf einer Stange befestigte „Baumgabel" konstruiert; cfr. Allg. F. u. J.Z. v. 1886, S. 395.

150) cfr. Kritische Blätter, LI. Bd. a, S. 220 ff.

151) Vergl. Kienitz a. a. O. S. 68, 72, 75, 78, 80.

am besten ist der Nachwinter: starker, anhaltender Frost, Hitze, bedeutender Saftausfluß rc. würden ungünstig wirken; nach der Aestung im Nachwinter beginnt mit eintretender Saftbewegung im Frühjahr alsbald die Ueberwallung.

C. Ausdehnung der Aestung: In Frage steht die Stärke der zu entnehmenden Aeste, deren Anzahl und Stellung am Stamm, im konkreten Falle beeinflußt durch Höhe des Kronenansatzes, Kronenlänge, Kronendurchmesser, Kronendichte rc. des zu entastenden Stammes.

Welche Größe die einzelne Wundfläche je nach Alter, Stärke und Wüchsigkeit des Stammes ohne Gefahr haben darf; in welchem Maße durch geringen vertikalen und seitlichen Abstand mehrerer Wundflächen von einander namentlich bei stärkeren Aesten der Ueberwallungsprozeß erschwert und die Gefahr einer von denselben ausgehenden Verderbnis erhöht wird; welche relative Gesamtausdehnung der Wundflächen eines Stammes man nicht ohne Nachteile, auch für die physiologischen Funktionen und die Zuwachsverhältnisse, überschreiten könne? sind Fragen, deren zuverlässige Beantwortung nach dem jetzigen Stand unserer Kenntnis noch nicht möglich ist. (Weißtanne und Fichte sollen, nach Dengler, bis zu 0,6—0,7, Kiefer und Lärche bis zu 0,8 der Baumhöhe entastet werden dürfen. Tramnitz hält die Entnahme von 20—33% der grünen Krone für zulässig, fordert aber für die Eiche, daß die Wunden [höchstens 4 cm Durchmesser!] in 3—4 Jahren überwallen.)

D. Kosten: Die Aufastung ist als eine viel Sorgfalt erfordernde Manipulation verhältnismäßig teuer. Selbst wenn die hinsichtlich des Astungsverfahrens (Instrumente, Arbeitsorganisation rc.) günstigsten Bedingungen ausfindig gemacht sind, ist zu erwägen, ob und inwieweit — nach Abzug des Wertes der anfallenden Astmasse — der Aufwand durch die erwarteten Vorteile gedeckt wird. Für sicheres ziffermäßiges Bemessen fehlen bislang die nötigen Anhaltspunkte.

Angesichts der zahlreichen bedingenden Faktoren ist die Aufastungsfrage eine überaus komplizierte, zu deren allseitiger Lösung sich Pflanzenphysiologen und Forstleute verbinden müssen. Vorläufig scheint bezüglich der Grünästung große Vorsicht geboten zu sein, mindestens so oft es sich um Stämme handelt, welche noch längere Zeit wachsen sollen. Jeder Entfernung stärkerer Aeste an solchen ist im allgemeinen zu widerraten; man wird gut thun, wenn man die Astung vorerst nur als eine Ausnahmsmaßregel betrachtet.

Viertes Kapitel.

Auszugshauungen.

§ 60. Dieselben entfernen solche vom vorigen Umtrieb überkommene Ueberhaltstämme, welche nicht geeignet sind, bis zur Hiebsreife des jetzigen Bestandes auszuhalten. Die Veranlassung liegt zumeist in den betreffenden Stämmen selbst, indem ein großer Teil derselben vorzeitig schadhaft wird und im Zuwachs nachläßt; zum Teil aber fordert auch die Pflege des umgebenden Bestandes, welcher durch die meist breitkronigen Altholzstämme in seiner Entwickelung gehemmt wird, deren Aushieb. Es ist zu erwägen, ob im Falle des Stehenlassens die Wertsmehrung des Ueberhälters für den Zuwachsausfall am neuen Bestande ein Aequivalent bietet. Die Fällung hat mit der nötigen Vorsicht (vorheriges Entasten rc.) zu erfolgen, damit der Jungbestand möglichst wenig Not leidet.

Fünftes Kapitel.

Unterbau und Lichtungsbetrieb.

§ 61. Vorbemerkungen: Unter Unterbau versteht man das Einbringen eines Unterholzes in einen vorhandenen Bestand, unter Lichtungsbetrieb einen solchen Eingriff in einen Bestand, welcher den einzelnen Bäumen desselben eine räumlichere Stellung schafft, als sie durch den natürlichen Auslichtungsprozeß und die regelmäßigen Durchforstungen herbeigeführt wird. Beide, Unterbau und Lichtungsbetrieb, bezwecken eine Steigerung des Zuwachses, der erstere hauptsächlich durch Verbesserung der physikalischen

Bodeneigenschaften, der letztere durch Gewährung eines vergrößerten Wachsraumes für Wurzeln und Krone. Im Vergleich zum nicht unterbauten geschlossenen Hochwaldbestande, welcher in bestimmter Zeit Stämme von gewissen mittleren Dimensionen erzeugt, soll also entweder in der gleichen Zeit stärkeres und damit wertvolleres Holz oder es soll gleich starkes (gleichwertiges) Holz in kürzerer Zeit erzielt werden; in beiden Fällen hat man einen wirtschaftlichen Gewinn, so lange nicht die Zuwachsmehrung nur durch einen verhältnismäßig zu hohen Kostenaufwand herbeigeführt wird. Unterbau und Lichtungsbetrieb sind an sich verschiedene Maßregeln, gehen aber insofern Hand in Hand als vielfach eine Bestandeslichtung Bedingung für gedeihlichen Unterbau ist und umgekehrt ein über das Maß einer kräftigen Durchforstung hinausgehender stärkerer Aushieb im Bestande meist den Unterbau als Ergänzung fordert, wenn nicht eine Bodenverschlechterung eintreten soll.

Danckelmann nennt (cfr. Zeitschr. f. F. u. J. 1881 S. 5) Hochwald-Unterbaubetrieb einen Hochwaldbetrieb mit anfangs gleichaltrigem Hauptbestand und mit Unterbau von Schattenholzarten im stark durchforsteten Stangen- oder geringen Baumholzbestande. Derselbe unterscheidet sich vom Lichtungsbetriebe dadurch, daß der Zwischenhieb bei diesem stark in den Hauptbestand eingreift, bei jenem dagegen in der Hauptsache nur Nebenstand entnimmt.

I. Unterbau insbesondere[152]).

A. Allgemeine Gesichtspunkte.

§ 62. Der Unterbau ist in erster Linie eine Maßregel der Bodenpflege. Man unterscheidet den zu unterbauenden Bestand und die einzubringende Holzart. Es ist Thatsache, daß sich in allen anfänglich geschlossenen Beständen früher (bei Lichthölzern) oder später (bei Schattenhölzern) von selbst eine Auslichtung vollzieht, indem allmählich eine immer größere Anzahl von Stämmen infolge der Bedrängung durch die Nachbarn oder aus anderen Gründen abständig wird. Die hiermit gegebene Unterbrechung des Kronenschlusses gewährt der Sonne und dem Wind Zutritt zum Boden, welchem dadurch seine Feuchtigkeit entzogen, dann aber auch durch beschleunigte Zersetzung der Streudecke geschadet wird. Die Humusbildung erfolgt nicht mehr im bisherigen Verlauf; die Ueberkleidung des Bodens mit spontan auftretenden Standortsgewächsen bietet meist kein genügendes Gegenmittel, sondern beschleunigt oft die Aushagerung des Bodens, weil viele jener Gewächse (meist Lichtpflanzen) demselben Wasser entziehen, ohne durch intensive Beschirmung und ausgiebigen Laubabfall, also durch Vermittelung reichlicher Humusbildung für Erhaltung, bezw. Vermehrung der Bodenthätigkeit zu sorgen.

Die Fälle, in welchen sich blattreiche, dichtgeschlossene Forstunkräuter so massenhaft einstellen, daß sie die Funktionen des künstlich eingebrachten Unterholzes übernehmen könnten, bilden nicht die Regel, zumal nicht auf mittleren Standorten, für welche der Unterbau sehr häufig in Betracht kommt. Beste Böden (z. B. Auwaldungen) bedürfen desselben oft nicht.

In ähnlicher Weise, wie durch die natürliche Auslichtung, wird die Unterbrechung des Kronenschlusses durch Beschädigungen, welche von außen an den Bestand herantreten (Insekten, Sturm, Schnee), sowie durch wirtschaftliche Eingriffe herbeigeführt. Wird nun ein solcher Bestand unterbaut, so will man durch diese Maßregel die Leistungsfähigkeit des Bodens erhalten, eventuell dieselbe steigern oder, wäre sie schon gesunken, den früheren Zustand wieder herstellen, von der Ueberzeugung ausgehend, daß nur eine dauernd vollständige Bedeckung der Bodenoberfläche hierzu geeignet ist.

Ob der erwartete Erfolg wirklich eintritt, muß demnächst die Beschaffenheit des unterbauten Bestandes darthun. Der überzeugende Beweis kann nur durch den komparativen Versuch erbracht werden, indem man von zwei im übrigen ganz gleichen Beständen (bezw. Bestandes-

152) Zu vergleichen u. a.: Arbeitsplan betr. Versuche über Unterbau- und Lichtungsbetrieb im Hochwald, aufgestellt von dem Verein deutscher forstlicher Versuchsanstalten (siehe Jahrbuch der preuß. Forst- u. Jagdgesetzgebung und Verwaltung XIX. Bd., 1. Heft, S. 12). — Urich, „Unterbau von Lichtholzarten" (Forstw. Centralbl. 1884, S. 472). — Borggreve, „Lichtungshieb mit Unterbau" (Forstl. Blätter 1883, Febr.). — Schott von Schottenstein in d. Forstl Blättern Mai 1883, S. 145 ff.: eine Entgegnung auf den vorcitierten Artikel Borggreve's. — Landolt, schweiz. Zeitschrift 1883, S. 172.

teilen) den einen unterbaut, den anderen ohne Unterbau weiter behandelt, so daß die Verschiedenheit des schließlichen Holzanfalls als eine Folge des ausgeführten oder unterlassenen Unterbaues angesehen werden kann. Von vielen Seiten werden günstige Erfolge des Unterbaues gemeldet; aber es darf nicht übersehen werden, daß häufig der zu vergleichende nicht unterbaute Bestand fehlt. Der Verein deutscher forstlicher Versuchsanstalten wird demnächst eine größere Reihe bezüglicher Versuchsflächen anlegen. — Wenn geltend gemacht wird [153]), durch den Unterbau schaffe man für den Oberstand eine am Nährstoffkapital des Bodens mitzehrende gefährliche Konkurrenz, so wäre dies nur insoweit zuzugeben, als Teile des Unterwuchses zur Nutzung herangezogen werden. Dies ist aber in erheblicherem Umfang meist nur dann der Fall, wenn der Oberstand bereits so stark durchlichtet ist, daß durch ihn allein keine vollständige Auswirkung der Bodenkräfte mehr stattfindet. Aber selbst wenn eine etwas gesteigerte Mineralstoffentnahme einträte, dürfte dieselbe durch den günstigen Einfluß des Unterbaues auf die physikalischen Bodeneigenschaften reichlich paralysiert werden.

B. Bedingende Momente.

§ 63. Beim Unterbau kommt in Betracht: die zu unterbauende Holzart, die spezielle Aufgabe des Unterwuchses, die einzubringende Holzart, der Boden, die Zeit des Unterbaues, die Art der Ausführung.

1) Die zu unterbauende Holzart: Im allgemeinen werden nur solche Holzarten unterbaut, welche für sich allein dem Boden nicht dauernd die nötige Beschirmung gewähren, also vorab Lichthölzer und zwar naturgemäß dann, wenn auf Nutzholz abgehoben wird, zu dessen Erzeugung (wie fast immer!) solche Abtriebsalter erforderlich sind, welche jenseits des Zeitpunktes der beginnenden, energischen natürlichen Bestandesauslichtung liegen [154]). Der Unterbau findet seine Stelle hiernach zumeist in Beständen der Eiche, Kiefer und Lärche.

2) Die spezielle Aufgabe des Unterstandes: Derselbe soll entweder nur den Boden bedecken (reines Bodenschutzholz), oder man will von demselben neben dem Oberstand noch eine mehr oder minder beträchtliche Nutzung beziehen. Im ersten Fall genügt eine Unterbrechung des Kronenschlusses im Oberstand soweit, daß die eingebaute Holzart sich gerade lebenskräftig im Schluß erhalten kann, ohne aber zu irgend lebhafterer Entwickelung angeregt zu sein; im zweiten Falle muß man ihr durch weitergehende Eingriffe in den Oberstand lebhafteres Wachstum verstatten, und es ergeben sich dann, je nach den verschieden weitgehenden Ansprüchen, die man an beide Bestandesteile (Oberholz und Unterwuchs) macht, zahlreiche Modifikationen in der Durchführung, die sich aber, wenn auch nicht schon alle als eigentlicher Lichtungsbetrieb, so doch als Uebergänge zu demselben charakterisieren lassen.

3) Der Boden oder allgemeiner der Standort überhaupt wirkt einmal durch seinen Einfluß auf die Beschaffenheit des zu unterbauenden Bestandes, sodann in Absicht auf das Gedeihen der Unterbauholzart. Da sich auf besseren Standorten die natürliche Ausscheidung am greifbarsten vollzieht, event. hier Beihilfe in Gestalt von Durchforstungen oft am meisten angebracht ist,' kommen solche Orte auch für den Unterbau zunächst in Betracht. Wie weit man mit demselben auch auf geringem Standorte vorgehen soll, läßt sich nicht allgemein angeben, sondern muß erst durch direkten Versuch festgestellt werden. A priori läßt sich vermuten, daß der Erfolg der Maßregel auf schlechten Böden sehr bald ein zweifelhafter sein wird, weil die Sicherheit des Gedeihens der eingebrachten Holzarten und damit die Wahrscheinlichkeit einer günstigen Einwirkung auf den Boden und Oberholzbestand bei gleichem, ja vielfach bedeutenderem Kostenaufwand geringer wird.

4) Die einzubringende Holzart: Dieselbe muß, der Natur der Sache nach, eine schattenertragende sein, damit sie unter dem Drucke der Oberholzkronen mindestens

---

153) Borggreve a. a. O.

154) Für ausnahmsweise (kleinen Privatbesitz) vorkommende Umtriebszeiten von 50—60 Jahren, bei welchen nur Brennholz und event. Grubenhölzer erzeugt werden sollen, kann der Unterbau wohl meist entbehrt werden.

soweit wuchskräftig bleibt, um die erwarteten günstigen Wirkungen auf den Boden zu gewährleisten. Somit kämen zunächst in Betracht die Buche, Tanne und Fichte, sodann Hainbuche, Linde, event. auch (für besonders nasse Böden) Schwarzerle.

Entscheidend für die Wahl der einzubringenden Holzart ist vorab der Standort, daneben aber der Zweck des Unterbaues. Die Buche ist wohl diejenige Holzart, welche, sofern der reine Schutzzweck in Betracht kommt, zunächst in Wahl steht, da sie durch ihren Laubabfall am günstigsten auf den Boden wirken dürfte. Sie taugt aber nicht in kalte, nasse Lagen; hier wird sie meist sehr zweckmäßig durch die Hainbuche ersetzt. Guten Erfolg verspricht auch die Linde (auch auf minderkräftigem Boden), doch wird man sie meist nicht eigens anbauen, wohl aber ihr, wo sie vorhanden ist, den Platz gönnen. Die Erle kann nur ausnahmsweise (unter Esche oder Erle auf nassen Stellen, wo man mit anderen Holzarten nicht vorgehen kann) angewendet werden. — Alle diese Laubhölzer liefern, auch bei lichterer Stellung des Oberstandes, nur Brennholz. Sobald von dem Unterstand auch Nutzholzproduktion verlangt wird, muß man zu Tanne oder Fichte greifen. Vornehmlich dürfte sich die Tanne dazu eignen. Dieselbe ist nicht nur sehr zählebig unter stärkerem Schirmdruck, sowie demnächst raschwüchsig, sobald sie freigestellt wird, sondern bleibt mit ihrer Wurzel nicht in der Bodenoberfläche, diese verfilzend, und verschließt, trotz reichlicher Benadelung, den Boden doch nicht zu sehr. Bei der Fichte liegt immer die Gefahr eines zu intensiven Abschlusses des Bodens von Luft und Niederschlägen (durch Wurzelgeflecht und Krone) vor. Jedenfalls sollte die Fichte nicht auf an sich schon trockenem Boden und nicht zu engständig eingebracht werden. Ueberdies ist zu beachten, daß Nadelhölzer, wie Tanne und Fichte, in den ersten Jahren nach dem Einbringen dem Boden nichts zurückgeben, da sie ihre Nadeln während einer Reihe von 5—8 Jahren behalten. Für manche Fälle (bei stärker gelichtetem Oberstand) könnte vielleicht auch die Weymouthskiefer als Unterbauholzart in Frage kommen.

5) Die Zeit des Unterbaues: Nach der Art der für den Unterbau gestellten Aufgaben ist der richtige Zeitpunkt für denselben von der Beschaffenheit des zu unterbauenden Bestandes abhängig. Frühzeitiger Unterbau gewährt dem Boden am meisten Schutz; doch muß die Entwickelung der eingebrachten Holzart durch entsprechende (natürliche oder künstliche) Lockerung des Kronenschlusses im Oberstand sicher gestellt sein. Dabei ist die verschiedene Wirkung eines höheren oder tieferen Kronenansatzes zu beachten, d. h. in einem schon etwas älteren, bezw. höheren Bestande kann das Schirmdach in sich ein etwas dichteres sein. Man wird im allgemeinen kaum vor dem 30. Jahre unterbauen, andererseits aber meist auch nicht länger als bis zum 60. oder 70. Jahre mit der Einbringung des Unterholzes zuwarten dürfen, wenn nicht inzwischen schon eine nachteilige Veränderung der Bodenbeschaffenheit hervortreten soll. Entscheidend ist dabei natürlich auch das Abtriebsalter des Oberstandes. Der Unterbau kann sich nur dann empfehlen, wenn das Unterholz noch genügend Zeit hat auf den Boden zu wirken. Unter dieser Voraussetzung können auch noch ältere als 70jährige Bestände oft mit Vorteil unterbaut werden (z. B. 80—100jährige Eiche bei 140jährigem Umtrieb). Verspäteter Unterbau ist immerhin meist besser als Bodenaushagerung.

6) Ausführung: Wie überhaupt, so ganz besonders da, wo von dem Unterholz keine Nutzung erwartet wird, ist auf möglichste Reduktion der Kosten des Verfahrens zu achten. Je nachdem das Kulturmaterial verfügbar ist, wählt man Saat oder Pflanzung. Als Saatmethode findet man breitwürfiges Einbringen ebenso wie Riefen- und Plätzesaat in Anwendung. Mastjahre der Buche und Tanne sind möglichst auszunutzen. Wird Pflanzung vorgezogen, so bedient man sich eines einfachen Verfahrens mit geringen (zweijährigen Buchen- und Hainbuchen-, 3—5jährige Tannen-)Pflänzlingen. Die Anzucht derselben erfolgt zweckmäßig auf Wandersaatbeeten unter Schutzbestand [155]). Der zu unter-

155) In der Großh. hess. Oberförsterei Viernheim werden z. B. massenhaft Buchenpflanzen in lichten Kiefernbeständen auf oberflächlich vorbereiteten Beeten erzogen. — Der Unterbau mit stärkeren Pflanzen kann nur in sehr verlichteten Beständen zur Bewältigung des Unkrauts in Frage kommen, ist aber wegen der hohen Kosten stets eine bedenkliche Maßregel. — Bereits vorhandene Bodensträucher können je nach ihrer Art (Rhamnus, Viburnum, Lonicera rc.) unter Umständen belassen bezw. in den Unterbau einbezogen werden (event. nach vorherigem Aufdenstocksetzen), immer jedoch so, daß die einzubringende Schattenholzart nicht notleidet, sondern herrschend wird.

bauende Bestand ist vorher, falls die natürliche Auslichtung einer Ergänzung bedarf, zu durchforsten, wobei namentlich die zu Nutzholz nicht tauglichen Stämme (Zwieselbildungen, Drehwuchs ꝛc.) herauszunehmen sind. Die Schirmstellung ist in der Regel so zu wählen, daß nicht gleich in den ersten Jahren nach dem Einbringen des Unterholzes eine Nachlichtung nötig wird. Jedenfalls aber ist in allen Fällen mindestens derjenige Grad der Durchlichtung herzustellen, wie er einer entschieden starken Durchforstung entspricht.

C. Besondere Fälle des Unterbaues.

§ 64. 1) Unterbau der Eiche: Für denselben empfiehlt sich zunächst ein Laubholz, also in erster Linie die Buche; namentlich wenn jüngere (40—50jährige) Eichenbestände unterbaut werden sollen, ist das Einbringen von Nadelholz — abgesehen von den schon angedeuteten besonderen Bedenken gegen die Fichte — deshalb gefährlich, weil dasselbe, sobald es durch weiter vorschreitende Lichtung im Oberstande zu kräftiger Entwickelung angeregt wird, oft zu rasch in die Krone der Eichen nachdrängt und letztere, auch ohne daß vollständiges Ueberwachsen stattfände, durch seitliches Beengen schädigt. Behufs möglichster Vermeidung der Wasserreiserbildung ist beim Unterbau in Eichenbeständen stets vorsichtige, langsam gesteigerte Lichtzufuhr geboten. Zu dem Ende darf man auch mit dem Aushieb der nutzholzuntauglichen Eichen nicht auf einmal zu radikal vorgehen. 2) Unterbau der Kiefer: Die vorangedeuteten Gründe gegen Fichte und Tanne treten hier zurück. Unterbau mit Tannen ist insbesondere oft rentabel, sofern der Standort demselben kein Hindernis bietet. Die Entwickelung der unterbauten Bestände gestaltet sich oft so, daß man vom waldbaulichen Standpunkte aus bei der weiteren Behandlung sowohl die Kiefer als die Tanne (event. Fichte) begünstigen und die Entscheidung gänzlich dem lokalen Wertsverhältnis der beteiligten Holzarten überlassen kann. — Vergl. auch Danckelmann „Kiefern-Unterbaubetrieb“ (Zeitschr. f. F. u. J. 1881, S. 1). 3) Unterbau der Lärche: Hier kommt die Buche als einzubringende Holzart in Frage, doch kann meist ebenso gut auf ein einzubauendes Nadelholz, vorab die Tanne abgehoben werden.

II. Lichtungsbetrieb insbesondere[156]).

A. Allgemeine Gesichtspunkte.

§ 65. Die Wirkung des Lichtes ist von den bei der Entwickelung der Pflanzen wirksamen Faktoren mit in erster Linie beteiligt. Vermehrter Lichtgenuß steigert den Zuwachs, sofern die sonstigen Wachstumsbedingungen günstig bleiben. Diese Zuwachsvermehrung findet aber ihre Grenze; sie kann beim Einzelbaume und entsprechend auch beim Bestande nicht über ein bestimmtes Maß hinausgehen, weil die überhaupt mögliche Arbeitsleistung des Baumes eine beschränkte ist, bedingt durch die größte Zahl dabei thätiger Organe (Wurzeln, Blätter), die er überhaupt auszubilden vermag, bezw. bis zu einem bestimmten Zeitpunkte ausgebildet hat; d. h. der einzelne Baum kann nicht mehr als einen beschränkten Standraum ausnutzen. Das mögliche Maximum der Leistung des Einzelbaumes ist zu kombinieren mit der pro Flächeneinheit vorfindlichen Anzahl der Individuen. Ueberdies ist die durch Freistellung veränderte Zuwachsverteilung am Baume (veränderte Form, verhältnismäßig starke Verdickung des unteren Schaftteiles), sowie die durch Zuwachssteigerung etwa herbeigeführte Aenderung der technischen Eigenschaften (breite, enge Jahresringe ꝛc.) zu beachten. Ausschlaggebend für den Wirtschaftserfolg ist schließlich der Preis der insgesamt pro Flächeneinheit in gegebener Zeit erzielten Produkte.

Der Lichtungsbetrieb schließt sich unmittelbar an die starke Durchforstung an. Die Grenze zwischen beiden dürfte, wenn eine durchschnittliche Zahl angegeben werden will, vielleicht bei einer Entnahme von 0,2 der Masse des normal entwickelten Vollbestandes zu

156) Vergl. Burckhardt, „Lichtungsbetrieb der Buche und Eiche“ in Aus dem Walde VII, S. 88 ff.

finden sein[157]); ein dieses Maß übersteigender Aushieb unterbricht den Kronenschluß in der Regel schon so weit, daß am stehengebliebenen Bestandesteil ein eigentlicher Lichtungszuwachs zur Auswirkung kommt; ob aber dieser immerhin noch geringe Eingriff genügt, um die höchste Leistung herbeizuführen, ist erst durch zahlreiche komparative Versuche noch weiter zu erforschen[158]).

Mit dem Namen „Lichtungsbetrieb" wird nicht sowohl eine besondere Grundform forstlicher Betriebssysteme bezeichnet, sondern man meint damit gewöhnlich nur gewisse Formen des schlagweisen Hochwaldes, welche sich als Modifikationen des nach der Schablone heraufwachsenden mehr oder minder gleichalterigen Schlußbestandes charakterisieren. Dagegen ist der durch zahlreiche neuere Untersuchungen wiederholt nachgewiesene bedeutende Lichtungszuwachs im Plenterwald nicht das Produkt eines besonderen Lichtungsbetriebs, sondern mit dem normal geleiteten Plenterbetrieb durch dessen grundsätzliche Eigentümlichkeiten jederzeit verknüpft. Ebenso gehört der Lichtungszuwachs an Ueberhältern für den zweiten Umtrieb nicht unter die Rubrik „Lichtungsbetrieb".

B. Bedingende Momente.

§ 66. Auch hier kommen, analog wie beim Unterbau, eine ganze Reihe einzelner Umstände in Betracht, nämlich: der zu lichtende Bestand, der besondere Zweck des Lichtungshiebes, die Zeit des Beginnes, das Maß der Lichtung, die Art und Häufigkeit wiederholter Lichtungen, der mit der Lichtung etwa verbundene Unterbau.

1) Der Bestand: Beim Lichtungsbetrieb handelt es sich keineswegs nur um die Erzielung hervorragenden Nutzholzes, sondern um Zuwachssteigerung überhaupt, so daß derselbe auch für Brennholzorte oft mit Vorteil eingeführt werden kann; nur ist in solchen wegen der verhältnismäßig geringeren Wertsmehrung der Kostenaufwand für künstliche Einbringung eines Unterstandes selbstredend vorher noch sorglicher zu erwägen, als bei dem mit hohem Qualitätszuwachsprozent arbeitenden Nutzholzbestande. Bildet sich dagegen ein Unterwuchs durch vorzeitige (infolge der Lichtung beschleunigte) natürliche Besamung, so daß der Boden gedeckt ist, so kann auch für Brennholzwirtschaften (Buche) die stärkere Durchlichtung (durch Zuwachssteigerung bei gleichzeitiger Abminderung des Materialvorrates) von hoher Bedeutung werden. Immerhin besteht der Hauptzweck des Lichtungsbetriebes in der Anzucht hochwertigen Nutzholzes, weshalb neben der Eiche namentlich wieder unsere Nadelhölzer: Forche, Lärche, Tanne, Fichte in Betracht kommen. Nur Bestände auf besseren Standorten werden die auf die Durchführung des Lichtungsbetriebes verwendete Mühe entsprechend lohnen.

2) Der besondere Wirtschaftszweck: Daß überhaupt nur wuchsfähigen Stämmen im Lichtstand die gewünschte Zuwachssteigerung zugemutet wird, ist selbstverständlich. Wo auf Nutzholz abgehoben wird, sind im allgemeinen alle Stämme von zweifelhafter Nutzholzqualität in solchem Umfange zu entfernen, als nicht dadurch eine augenblicklich oder für die Dauer zu weitgehende Bestandeslichtung herbeigeführt würde. Man kann in der Folge (durch nur mäßige Lichtung) eine Mehrzahl annähernd gleichgearteter mittelstarker Stämme erziehen oder (event. durch stärkeres Freihauen) eine kleinere Zahl von Stämmen besonders begünstigen. Außerdem ist darüber zu entscheiden, ob man vorzugsweise die Mittelklassen fördern oder die Individuen der stärksten Klasse zur Ausbildung hervorragender Dimensionen bringen möchte; ferner, ob man den Zweck durch gleichmäßige oder mehr gruppenweise Verteilung der zu belassenden Stämme erreichen will.

---

157) cfr. den in Anmerkung 152 erwähnten Arbeitsplan der Versuchsanstalten, woselbst der geringste Lichtungsgrad auf Aushieb von 20% der Holzmasse normiert ist; jede geringere Entnahme würde noch als Durchforstung zu bezeichnen sein.

158) Borggreve ist der Ansicht, daß eine Verminderung der Masse um 0,2 als Regel genüge, um vollen Lichtungszuwachs zu gewähren; bei diesem Eingriff sei ein Unterbau keinenfalls nötig, weil die Kronenlockerung noch eine sehr mäßige sei. Ueberdies will B. hauptsächlich den Lichtungszuwachs der späteren Lebensperioden eines Bestandes nutzbar machen, während andere, wie z. B. Wagener davon ausgehen, daß der Lichtungszuwachs vornehmlich bis zum etwa 80jährigen Alter großes leiste.

Gleichmäßige Verteilung wird beim eigentlichen Lichtungsbetrieb immerhin die Regel bilden; man muß dabei auf den Einzelstamm eingehen; möglichst viele, allseitig normal entwickelte Individuen sollen im Bestande vorhanden sein, für deren jeden ein bestimmter Anteil am Boden- und Luftraum verfügbar ist. Die Anordnung in Gruppen ist gleichbedeutend mit dem Uebergang zur Plenterform, welche hier nicht beabsichtigt wird. Ob mehr die stärksten oder mehr die mittelstarken Stämme bei der Schlagstellung zu berücksichtigen sind, hängt zunächst von der Verteilung der Gesamtstammzahl auf die einzelnen Durchmesserstufen, sowie von der räumlichen Verteilung der einzelnen Stärkeklassen im Bestande ab. Daneben entscheidet das Wertsverhältnis der verschiedenen Sortimente.

3) Beginn: Der neue Arbeitsplan des Vereins deutscher forstlicher Versuchsanstalten setzt als Zeit für Einleitung von Versuchen über Lichtungsbetrieb das Alter der Bestände von 30—70 Jahren fest. Hiermit ist alles ausgedrückt, was als allgemeine Regel ausgesprochen werden kann: man will früh beginnen, um dem Bestande durch einen möglichst langen Zeitraum seiner Gesamtentwicklung die Vorteile der Lichtung zu sichern, doch aber nicht so früh, daß nicht der Bestand vorher, mehr oder minder geschlossen, eine gehörige Mittelhöhe erreicht und sich dabei von überflüssigen Aesten genügend gereinigt hätte; man will und kann keinen bestimmten Zeitpunkt angeben, in welchem die erste Durchlichtung behufs Herbeiführung des größten Erfolgs stattzufinden hat, sondern macht alles von der jeweiligen Beschaffenheit des Bestandes abhängig, der doch mindestens schon als angehendes Stangenholz angesprochen werden soll; man will übrigens mit jener Umgrenzung nicht erklären, daß jeder später als im 70. Jahre beginnende Lichtungsbetrieb wertlos sein werde, vielmehr gilt diese Zahl lediglich für die besonderen Zwecke der einzuleitenden Versuche, während sonst in den meisten Fällen auch eine später erfolgende Lichtung noch guten Dienst thun wird.

Holzart, Bestandesbegründung, bisherige Behandlung, Standort, auch in beschränktem Maße die Absatzverhältnisse beeinflussen im konkreten Falle die Entscheidung in ähnlicher Weise, wie dies in § 63 bezüglich des Unterbaues angedeutet worden ist. Ueberdies soll ja über die einschlägigen Fragen erst in Zukunft durch komparative Versuche endgiltige Aufklärung gewonnen werden. Im allgemeinen aber dürfte möglichst frühzeitiger Beginn am erfolgreichsten sein.

4) Das Maß der Lichtung: Ein auch nur in den meisten Fällen absolut vorteilhaftestes Maß kann nicht angegeben werden, sondern — abgesehen davon, daß auch in dieser Richtung sichere Anhaltspunkte für jede allgemeinere Beurteilung noch fehlen, — erfordern die besonderen Umstände des einzelnen Falles je eine besondere Begutachtung. Auf mehr als 50 Prozent des Vollbestandes (bezogen auf die Stammgrundfläche) wird man den Aushieb kaum je ausdehnen, ja in den weitaus meisten Fällen nicht an diese Grenze herangehen (wenigstens sicherlich nicht, wenn nur die Entwickelung des Oberstandes ins Auge gefaßt wird); anderenfalls erhalten die Einzelstämme schon einen über das Maximum ihrer Ausnutzungsfähigkeit hinausgehenden Standraum. Jedenfalls kann ein, 20% der Masse des regelmäßig durchforsteten Vollbestandes übersteigender Eingriff kaum je ohne gleichzeitigen Unterbau stattfinden. Dann allerdings können Rücksichten auf die Erziehung eines wertvollen Zwischenbestandes — (event. freilich auch das Fehlen einer genügenden Anzahl Nutzholz versprechender Oberholzstämme) — im Einzelfalle auch einen noch weitergehenden Eingriff begründen. Doch steht man dann vor einer waldbaulichen Aufgabe, die korrekterweise nicht eigentlich mehr als Erzielung möglichst wertvollen Lichtungszuwachses bezeichnet werden kann. Jedenfalls muß man bei der Herstellung stärkerer Lichtungsgrade, mit Rücksicht auf Schaftlodenbildung (Eiche, siehe § 64), Sturmgefahr, Duftbruch u. s. w., vorsichtig sein, so daß dabei in der Regel die allmähliche Ueberleitung [159]) vor plötzlichem Uebergang den Vorzug verdient.

5) Wiederholte Lichtung: So oft der Charakter des erstmals eingeführten, bezw. dauernd beabsichtigten Lichtstandes durch erfolgte Kronenverbreiterung verloren gegangen ist, muß eine Nachlichtung eintreten. Da eine beschleunigte Neubildung in der Krone

159) Vergl. die sog. „Vorlichtung“ Krafts in Burckhardts „Aus dem Walde“ IX. S. 71.

des gesunden, wuchskräftigen Baumes die naturgemäße Folge der Lichtung ist und dadurch der Bestand seinen Lichtungsgrad alsbald zu verringern beginnt, so könnte nur durch andauernden Aushieb von Stämmen (event. durch Entastung) ein bestimmter durchschnittlicher Lichtungsgrad erhalten bleiben. In der Praxis ist dies auf größeren Flächen unausführbar; vielmehr wird, von ganz besonderen Ausnahmsfällen feinerer Bestandespflege abgesehen, in bestimmten (5—10jährigen) Perioden die Durchlichtung wiederholt, in demselben Sinne, wie auch bei den Durchforstungen meist nur periodische Wiederkehr des Hiebs in die einzelnen Waldorte möglich ist. Sorgfältige Begutachtung der einzelnen Stämme bei der Auszeichnung ist hiebei dringend anzuraten.

6) Unterbau: Derselbe bildet beim Lichtungsbetrieb immer dann die Regel, wenn sich nicht durch natürliche Besamung (Schattenhölzer, wie Buche, Tanne, Fichte) oder durch Stockausschlag (z. B. Linde, Buche, Hainbuche, Eiche) oder event. durch Vermittelung von Vögeln ein den Boden schützender Unterwuchs einstellt. Bloßes Ueberkleiden des Bodens mit Forstunkräutern ꝛc. wird aus den in § 62 angegebenen Gründen nicht für genügend erachtet. Alle für den Unterbau maßgebenden Gesichtspunkte kommen in Betracht.

C. Spezielle Fälle des Lichtungsbetriebs.

§ 67. Die in § 64 (besondere Fälle des Unterbaus) gegebenen Direktiven gelten auch hier, sofern es sich um Lichtung in Eichen-, Kiefern- und Lärchenbeständen handelt. Bei den Schattenhölzern Buche, Tanne und Fichte ist ein Lichtungsbetrieb ziemlich gleichbedeutend mit frühzeitiger Einleitung der natürlichen Verjüngung und langem Verjüngungszeitraum. Ein künstlicher Unterbau fällt bei diesen Holzarten meist aus, vorausgesetzt, daß man einen stärkeren Eingriff in den Bestand erst im Alter der angehenden Mannbarkeit (nach Standort, Bestandesbehandlung ꝛc. wechselnd) unternimmt. Bei der weiteren Behandlung ergeben sich zahlreiche Modifikationen, je nachdem man die erstmals eingetretene Besamung alsbald zur Erziehung eines Jungbestandes benutzt, indem man durch allmählichen Nachhieb dem Aufschlag (durch den ganzen Ort gleichmäßig oder unter besonderer Berücksichtigung von Gruppen und Horsten) den für seine Entwickelung nötigen Raum schafft oder einen sich einstellenden Jungwuchs unter dem Druck eines allmählich wieder mehr oder minder dicht sich schließenden Kronendaches nicht aus der Rolle eines bloßen Bodenschutzholzes herauskommen, ja demnächst vielleicht wieder ganz verschwinden läßt (Buche und Fichte), um erst einem späteren Mastjahr die Begründung eines neuen Bestandes zu übertragen.

Von zahlreichen, da und dort herausgebildeten, bezw. in der Litteratur für bestimmte Verhältnisse empfohlenen, besonders charakterisierten Formen mögen hier nur folgende hervorgehoben werden:

1) Der zweialterige Hochwald Burckhardts[160]: Eine gelegentlich für die Buche empfohlene Bestandesform, welche dadurch definiert ist, daß im Moment der Hiebsreife des Oberstandes ein Unterwuchs vom halben Umtriebsalter vorhanden ist, wobei u = 140—160 Jahre. Vom Unterwuchs bleiben beim Hieb ca. 50—60 Standbäume pro ha stehen, welche beim nächsten Hieb, also nach 70—80 Jahren den Oberstand bilden. Verjüngung durch natürliche Besamung, event. unter Benutzung von Stockausschlag, sowie in Notfällen unter künstlicher Beihilfe. Charakteristisch ist der große Standraum der einzelnen Oberbäume und die dadurch bedingte Entwickelung des Unterwuchses zu einem ertragsreichen Zwischenbestand.

2) Der modifizierte Buchenhochwaldbetrieb von v. Seebach[161]: Ein

---

160) cfr. Burckhardt, „Säen und Pflanzen", 5. Aufl. S. 133. — Beling, „Der Stangenholzbetrieb" in den Forstl. Blättern von 1874, S. 148.

161) cfr. Pfeil, Krit. Bl. 21. Bd. 1. Heft S. 147 (1845). Kraft in „Aus dem Walde" VII. S. 98. Burckhardt, „Säen und Pflanzen", 5. Aufl. S 132..

durch die Durchforstung gehörig vorbereiteter 70—80jähriger Buchenort wird unter Benutzung eines Mastjahres verjüngt. Im Oberstand werden so viele Stämme beibehalten (ca. 300 Stämme = etwa 0,4 der Masse), daß deren Kronen nach 30—40 Jahren (also im normalen Umtriebsalter von 100—120 Jahren) wieder voll geschlossen sind. Der Unterwuchs wird nur als Bodenschutzholz betrachtet, das mit vorschreitender Kronenannäherung des Oberstandes mehr und mehr zurückgeht. Im normalen Hiebsalter erfolgt dann eine regelrechte natürliche Buchenhochwald-Verjüngung. Inzwischen waren die Stämme unter dem Einflusse der vor 30—40 Jahren eingetretenen Lichtung zu besonders starken Hölzern erwachsen.

Angewendet zuerst von Oberforstmeister von Seebach (etwa 1835) im hannöverschen Solling, zunächst als Notbehelf beim Mangel genügender Mengen haubaren Holzes. Inzwischen mehrfach benutzt (z. B. versuchsweise in einigen württembergischen Revieren), um ohne Erhöhung der Umtriebszeit stärkere Buchenhölzer zu erziehen.

3) Die Homburg'sche Nutzholzwirtschaft[162]: Die ihrem Wesen nach eigentlich als ein Ueberhaltbetrieb zu charakterisierende Wirtschaft darf gleichwohl insofern hier mit aufgeführt werden, als bei ihr durch Freihauen die später den Oberstand bildenden Nutzholzexemplare von Anfang herein auf diese Funktion vorbereitet werden. In der Regel bildet die Buche den Grundbestand. Beigemischt sind ihr, einzeln oder in Horsten vorzugsweise die Eiche, aber auch je nach Umständen Esche, Ulme, Ahorn, sowie Nadelhölzer verschiedenster Art. Durchschnittlich je im 70jährigen Alter des Buchengrundbestandes erfolgt dessen natürliche Verjüngung, welche durch ($^1/_6$—$^1/_4$ des Vollbestandes umfassend) energische, die Pflege der demnächstigen Oberständer besonders berücksichtigende Vorhiebe bezw. Lichtungshiebe, eingeleitet wird. Gleichzeitig mit der Verjüngung der Buche werden die übrigen Holzarten — durch Saat oder Pflanzung, durch Vorverjüngung oder unter Benutzung der Stocklöcher u. s. w. — und zwar möglichst horstweise eingebracht, welche für den nächstfolgenden Umtrieb (neben einer Anzahl von Buchenüberhältern) die Oberbäume werden sollen. Außer der Eiche werden hauptsächlich Tanne, Esche, Ahorn, Ulme, Fichte, Lärche und Weymouthskiefer empfohlen. In welcher Zahl diese vorhanden sein können, hängt wesentlich auch von den Bedürfnissen des neu erwachsenden Bestandes ab, welcher, weil die Kontinuität der Wirtschaft vermittelnd, selbst in seinen Schattenholzpartieen nicht dauernd in starkem Schirmdruck erhalten werden darf. Die deshalb erforderlichen Nachhiebe bringen zugleich den verbleibenden Oberständern freieren Wachsraum und damit kräftigere Ausbildung. Der Betrieb kann unzweifelhaft gute Erfolge zeitigen.

4) Wagener's Lichtwuchsbetrieb[163]: Eigenartig ist der Grad der Licht-

162) G. Th. Homburg, Die Nutzholzwirtschaft im geregelten Hochwald-Ueberhaltbetrieb 1878. — Derselbe, „Ein Beitrag zur Nutzholzwirthschaft im geregelten Hochwald-Unterhaltsbetrieb" (Allg. F. u J.Z. von 1879, S. 175 ff). — Derselbe, „Ein weiterer Beitrag .." (Allg. F. u. J.Z. 1881, S. 375). — Ders., „Ein weiterer Beitrag .." (Forstw. Centralbl. v. 1884, S. 209).

163) Zu vergleichen: Wagener, „Waldbau", insbes. S. 246 ff., ferner Danckelmann, „Waldbauliche Theorien und Reform-Bestrebungen von Gustav Wagener" (Zeitschr. f. Forst- u. Jagdwesen 1887, S. 340 ff.); ferner G. Wagener, „Die Fortbildung des Waldbaues", Allg. F. u. J.Z. von 1887 S. 7 ff., 145 ff., 263 ff., woselbst nochmals eindringlich wenigstens zu bezüglichen Versuchen aufgefordert wird. Die genannten Aufsätze bringen kleine Modifikationen des im „Waldbau" Enthaltenen. Zunächst wird die angestrebte Stammstärke, indem auf Blochholz hervorragender Wert gelegt wird, um etwas hinaufgeschoben: vom Haubarkeitsertrag sollen 50—60% des Derbholzes aus Stämmen von 35 und mehr cm Brusthöhenstärke bestehen, ein Ergebnis, welches bei der gewöhnlichen Erziehung im Schlußbestand nicht innerhalb der üblichen Umtriebszeiten erreicht werden kann; letztere aber sollen nicht erstreckt werden. Als Zeitpunkt für die Vornahme des ersten Kronenfreihiebs wird ein solches Stadium der Bestandesentwickelung angegeben, daß durchschnittlich bis auf eine Höhe von 10—12 Meter vom Boden (die für Blochholz entscheidende Länge!) die Stämme nur noch dürre oder nicht mehr beachtenswert fortwachsende Aeste besitzen. Bis dahin (d. h. auf Mittelboden etwa bis zum 30—40jährigen Alter) sei dichter Kronen-

stellung und die Zeit des Beginns. Wagener ging davon aus, daß, wenn auch die Holzbestände in der Jugend, damit die Bäume sich seitlich nicht übermäßig ausdehnen, einer gewissen Beschränkung der Kronenausbreitung bedürfen, doch von dem Zeitpunkte an, in welchem infolge Kronenspannung das Reinigen des Bestandes beginnt (Alter von 25—35 Jahren) eine Oeffnung des Kronenraumes dringend geboten sei, damit der Lichtungszuwachs möglichst frühzeitig dem Bestande zu gut komme. So wird bereits in der Jugend ein Kronenfreihieb bei denjenigen Individuen (einschließlich einer Anzahl von Reserve-Exemplaren) vorgenommen, welche später den haubaren Bestand bilden sollen.

Selbstredend wird dieser Vorzug nur kräftigen, nutzholztauglichen Stämmen zuerkannt. Unter Voraussetzung der Wiederholung in 10jährigen Perioden würde ein freier Gürtel um die Einzelkrone von ca. 60 cm Breite genügen. Die Erziehung ca. 30 cm starker Stämme (in Brusthöhe) in etwa 80jährigem Umtrieb war ursprünglich beabsichtigt (vgl. Anm. 163); etwa 500 Stämme pro Hektar bilden dann den normalen Bestand. Vom ersten Kronenfreihieb werden deshalb mindestens Stämme in je 4—5 Meter Abstand (je auf ca. 20 Quadratmeter Fläche ein Stamm) betroffen, natürlich ohne daß eine regelmäßige Stellung Bedingung ist; man ist bei der Auszeichnung von der zufälligen Gruppierung der stärksten Stämme abhängig. Im Zwischenstand bleibt der Kronenschluß erhalten. Sind die freigehauenen Stämme Lichthölzer, so ist unter ihnen baldigst ein Unterbau vorzunehmen. Vorsicht beim Kronenfreihieb (Umbiegen in Gertenhölzern 2c.) ist geboten. — Auf den Vorteil der raschen Erstarkung wird namentlich auch für Buchenbestände hingewiesen. — Das Höhenwachstum leidet nach Wagener durch die frühe Freistellung nicht not; die etwas abförmigere Schaftgestalt wird durch den stärkeren unteren Schaftteil, sowie durch besseres Holz paralysiert. — Wiederholte Lichtung je nach Bedarf (abhängig hauptsächlich von den Absatzverhältnissen; insbesondere hinsichtlich der etwaigen Ausdehnung der Lichtstellung auf den Zwischenbestand). Einbringen einer genügenden Nutzholzbestockung in das Schutzholz. — Der Lichtwuchsbetrieb ist, soweit bekannt, bis jetzt erst auf kleinen Flächen durchgeführt. Was er leistet, ist zunächst noch durch eine größere Anzahl komparativer Versuche festzustellen. Die Anwendung im großen würde jedenfalls (bei der Auszeichnung, Hiebsführung 2c.) größte Aufmerksamkeit des Wirtschafters erfordern.

D. Effekt des Lichtungsbetriebs.

§ 68. Der Betrieb ist berechtigt, bezw. zu fordern, wenn er thatsächlich mehr leistet, als der gewöhnliche Durchforstungsbetrieb. Bei der Vergleichung der beiderseitigen Rentabilität sind alle Faktoren zu berücksichtigen. Den auf's Ende der Umtriebszeit zu prolongierenden Kosten des etwaigen Unterbaues ist außer dem Abtriebsertrag das durch die Lichtung gewonnene Plus an Vornutzungen mit seinem Prolongationswerte gegenüber zu stellen. Im Abtriebsertrag ist der Verkaufswert des eingebrachten Unterholzes oder Zwischenbestandes einzubeziehen.

Die bis jetzt vorliegenden Untersuchungsergebnisse sind zum Teil nicht genügend methodisch erhoben, jedenfalls selbst in ihrer Gesamtheit noch nicht umfänglich genug, um nach allen Richtungen hin Klarheit zu gewähren. Die von einzelnen Seiten zu Ungunsten des Lichtungsbetriebs beigebrachten Beispiele sind von anderen rücksichtlich ihrer Beweiskraft bestritten. Es ist hier nicht der Ort, die einzelnen bezüglichen Mitteilungen[164]) zu kritisieren. Immerhin scheint, sofern man geringe Standorte vermeidet und einem Rückgang der Bodenkraft vorbeugt, die Mehrzahl der untersuchten Fälle entschieden zu gunsten eines nach den in § 66 dargelegten Gesichtspunkten geleiteten Betriebs zu sprechen.

---

schluß zu erhalten. Von trockenen, flachgründigen, haidewüchsigen Böden soll der Betrieb fern bleiben. — Von Interesse sind die Besprechungen, welche Wageners Waldbau mit seinen Reformbestrebungen in der forstl. Tageslitteratur gefunden hat (ablehnend verhält sich das Repertorium pro 1885 des Tharander Jahrbuches).

164) Vergl. u. a. Schott von Schottensteins Artikel in den letzten Jahrgängen der Allg. Forst- u. Jagd-Zeitung (z. B. 1882 S. 408, 1883 S. 1, 1886 S. 346); desgl. von Reiß (Allg. F. u. J.Z. 1885 S. 217); Runnebaum (Zeitschr. für F. u. J.w. 1884 S. 460); Versuche über Lichtungsbetrieb (Oesterr. Vierteljahresschrift v. 1884 S. 199); Krafft (Allg. F. u. J.Z. 1885 S. 12); und neuestens u. a. Riniker, „Der Zuwachsgang in Fichten- und Buchenbeständen unter dem Einfluß von Lichtungshieben“ (Davos 1887). Dagegen Untersuchungen von Dr. König, (z. B. Forstl. Blätter 1886, S. 33 ff.), Borggreve, von Varendorff, Zetsche 2c. (letzte Jahrgänge der forstl. Blätter, z. B. 1884, S. 173, 195, 234, 345.) Vergl. auch Kraft, „Beiträge zur Waldwertrechnung und forstl. Statik“. 1887.

Vierter Abschnitt.

Die Betriebsarten.

§ 69. Vorbemerkungen: Während bis hierher die waldbaulichen Operationen in systematischer Anordnung einzeln besprochen worden sind, muß nun noch geprüft werden, wie sich dieselben gegenseitig ergänzen und zusammenordnen zu der regelmäßig wiederkehrenden, planmäßigen Folge von Maßnahmen, welche man als Wirtschafts-Betrieb bezeichnet. Für letzteren ist also die planmäßige Kombination einzelner wirtschaftlicher Operationen charakteristisch, und je nach der Art dieser Kombination hat man verschiedene Betriebsarten zu unterscheiden. Angesichts der großen Zahl möglicher Kombinationen (aus Holzart, Bestandesbegründung, bezw. -Verjüngung, Bestandespflege, Erziehung u. s. w. mit allen ihren Modifikationen) ist es begreiflich, daß sich thatsächlich im Walde sehr viele mehr oder weniger von einander abweichende Betriebsarten vorfinden. Dieselben sind sämtlich durch menschlichen Eingriff, durch wirtschaftliche Kunst herausgebildet, während die Urwaldform naturgemäß überall das, zwar durch Holzart, Standort rc. modifizierte, im großen und ganzen aber gleiche Gepräge trägt. Zum Verständnis des Wesens der Betriebsarten ist es aber erforderlich, einzelne scharf ausgeprägte Formen als typische herauszugreifen und an ihnen gewissermaßen Schulbegriffe zu entwickeln, die dann als feststehend zu betrachten wären; die betreffenden Betriebsarten hätten demnächst die Unterlage für die an konkreten Fällen zu übende Kritik zu bilden. Zwischen dieselben schalten sich die übrigen in mannichfaltigster Reihe, oft mit kaum merklichen Uebergängen ein.

Ich möchte es als bedenklich bezeichnen, namentlich im Interesse der Anfänger im Studium, welche erstmals in das vielgestaltige Gebiet des Waldbaues eingeführt werden sollen, daß einige Lehrbücher eine verhältnismäßig große Anzahl von Betriebsarten als selbständige Formen aufführen und beschreiben, während man einen Teil derselben recht wohl als Uebergangsformen bezeichnen und sich demgemäß auf eine kleinere Anzahl von Grundformen beschränken könnte. Das Verständnis wird durch jenes Vorgehen offenbar nicht gefördert, sondern es ist im Gegenteil infolge dessen manche irrtümliche Auffassung entstanden, und manche umfängliche Diskussion wäre vielleicht vermieden worden, wenn man sich zunächst nur an wenige, wirklich wesentliche Unterscheidungsmerkmale gehalten, diese entsprechend scharf betont und sich dadurch erst aus der reichen Fülle waldbaulicher Formen einige große Hauptgruppen gebildet hätte, deren weitere Zerlegung einem vorgeschritteneren Stadium wirtschaftlicher und wissenschaftlicher Erkenntnis vorzubehalten gewesen wäre. Manche Schriftsteller fürchten, wie es scheint, durch eine solche Beschränkung bei dem Lernenden die Meinung zu erwecken, als ob man es im Walde wirklich nur mit einer geringen Zahl bestimmt zu charakterisierender Formen zu thun habe; man scheute die Schablone, die ja sicherlich wenn irgendwo so namentlich in waldbaulichen Dingen zu meiden ist. Und doch wird man zunächst mit einer kleinen Reihe von Grundformen auskommen können; weitergehende Scheidungen lassen sich jederzeit leicht anschließen. — Bedenklich will mir überdies die Einführung mancher neuer Namen erscheinen. So hat beispielsweise die Bezeichnung „geregelter Plenterbetrieb“ ganz unzweifelhaft mancherlei Verwirrung angerichtet, sofern die Definierung der betreffenden Wirtschaftsform hie und da keine genügend scharfe gewesen ist. — Es ist zur Gewinnung eines klaren, ungetrübten Ueberblicks erforderlich, daß bei der Charakteristik der zu schildernden wenigen Hauptbetriebsarten vorerst nur die Hauptmerkmale hervorgehoben werden.

Erstes Kapitel.

Uebersicht und allgemeine Würdigung der als Grundformen zu betrachtenden Betriebsarten.

I. Uebersicht.

§ 70. A. Hochwald (Samenholzbetrieb):

Das Bestandesmaterial sind Kernwüchse, d. h. Bäume, welche sich aus Samen entwickelt haben; die Funktionsdauer des einzelnen Individuums ist mit dessen Abtrieb zu Ende[165]; jedes Individuum wird nur einmal Gegenstand der Nutzung (Durchforstung

165) Fortvegetieren im Boden verbleibender Stöcke während des folgenden Umtriebs bleibt insofern unbeachtet, als man bei der Begründung des neuen Bestandes die etwa erwachsenden Aus-

oder Haubarkeitsnutzung[166]).

Die Hochwaldbetriebsarten laſſen ſich zunächſt unterſcheiden nach der Dauer der Verjüngung eines Beſtandes in

1) Plenter- oder Femelbetrieb[167]): Die Verjüngung erſtreckt ſich über die ganze Umtriebszeit unter Benutzung aller während derſelben eintretenden Samenjahre, infolge deſſen in jedem Beſtande, in gruppen- oder horſtweiſer oder einzelſtändiger Anordnung, alle Altersklaſſen vorhanden ſind, wenn auch nicht in Repräſentanten jedes einzelnen Jahres, ſo doch in ſolchen kleinerer (je nach Wiederkehr der Maſtjahre und des Hiebs in den nämlichen Schlag verſchiedener) Perioden: eigentlicher Femelbetrieb.

Bei 120jährigem Umtrieb wären alſo beiſpielsweiſe 5, 10, 15, 20 .. — 90, 95, 100, 105, 110, 115, 120jährige Individuen vorfindlich; die Intervalle können größer oder kleiner ſein; ſie brauchen überdies nicht gleich groß zu ſein; thatſächlich ſind ſie faſt immer verſchieden; charakteriſtiſch iſt aber immer, daß während der ganzen Umtriebszeit Jungwüchſe, mittelalte Stämme, Althölzer in dem nämlichen Beſtande angetroffen werden, dementſprechend iſt das Kronendach, da und dort unterbrochen, keinenfalls in (annähernd) gleicher Höhe über dem Boden nur eine Etage bildend. Bis alle Individuen des jetzt vorhandenen Beſtandes genutzt ſind, verfließt die ganze Umtriebszeit; erſt nach deren Verlauf iſt, obwohl die Verjüngung fortwährend im Gang iſt, ein in allen ſeinen Teilen neuer Beſtand vorhanden.

2) Hochwaldformen, bei welchen die Verjüngung nur einen Teil der Umtriebszeit beanſprucht: Schlagbetriebe.

Dieſelben zerfallen je nach der Art der Verjüngung in ſolche, welche grundſätzlich ungleichalterige, und ſolche welche gleichalterige Beſtände ſchaffen wollen.

a) Femelſchlagbetrieb[168]): Die Verjüngungsdauer umfaßt eine je nach Holzart, Standort und ſpeziellem Wirtſchaftszweck (bezw. Waldbehandlung) bald längere bald kürzere Reihe von Jahren. Weſentlich iſt, daß die Verjüngung nicht unter Benutzung eines einzigen Samenjahres gleichmäßig durch die ganze Abteilung hin in Angriff genommen und fortgeführt wird, ſondern die bezüglichen Operationen an verſchiedenen (bald mehr bald weniger) Punkten des Beſtandes eingeleitet werden, während zwiſchenliegende Partieen zunächſt noch unberührt bleiben. Durch das allmähliche Fortſchreiten der Verjüngung wird ein ungleichalteriger Jungbeſtand erzielt.

Wie viel Zeit die Verjüngung des ganzen Beſtandes erfordert, iſt für die Methode an ſich irrelevant, obwohl das entſtehende Beſtandesbild dadurch natürlich weſentlich beeinflußt wird. Man findet lange und kurze Verjüngungszeiträume; über die halbe Umtriebszeit wird dabei wohl kaum hinaus gegangen, alſo z. B. bei 120jährigem Umtrieb ein Tannenbeſtand in längſtens 60 Jahren vollſtändig verjüngt. Der Beſtand hat ein femelartiges Anſehen, beſonders während der Verjüngungsdauer, ſofern eben ſtets die der Länge des Verjüngungszeitraumes entſprechenden Altersſtufen in demſelben vorhanden ſind, alſo z. B. in einem derart begründeten Tannenbeſtande 30—90jährige Bäume oder, ſo lange die Verjüngung im Gang iſt, Altholzgruppen, ſowie gleichzeitig wieder Jungwüchſe angetroffen werden. Der Unterſchied vom eigentlichen Femelwald ſpringt in die Augen; es fehlen die Zwiſchenglieder der Altersreihe; iſt die Verjüngungsdauer = a Jahre, ſo iſt bei der Umtriebszeit = u, in jedem Stadium der Beſtandesentwickelung ein Zeitraum von (u—a)-Jahren nicht durch Stämme vertreten.

b) Schirmſchlagbetrieb: Auch hier wird die Verjüngung in einer längeren oder kürzeren Reihe von Jahren vollzogen, aber die auf dieſelben abzielenden Wirtſchaftsoperationen erſtrecken ſich, da grundſätzlich mit einem Samenjahr Alles fertig werden ſoll, gleichmäßig über den ganzen Beſtand, ſo daß der normale Beſtand ſtets ein

ſchläge nicht grundſätzlich einbezieht, wenn denſelben auch da und dort aus beſtimmten Gründen (Holzartenmiſchung, Bodenſchutz u. ſ. w.) eine Stelle gegönnt wird.

166) Fänden Aufaſtungen ſtatt, ſo erfolgt der bezügliche Holzanfall nur im Intereſſe der Beſtandeserziehung, die Wegnahme einzelner Organe geſchieht hier nicht zum Zweck einer Reproduktion.

167) Plänter- oder Plenterbetrieb, zuſammenhängend mit blenden, to blander, nicht von planta herzuleiten. — Femelbetrieb von femella, bezw. vom Ausfemeln, d. h. Entfernen der (vermeintlichen) Femellae beim Hanf übertragen.

168) Horſt- und gruppenweiſe Verjüngung Gayers; vergl. deſſen „Der gemiſchte Wald“ S. 68 ff.

durch seine ganze Erstreckung hin gleichartiger, ist und auch (wenn anders die Besamung in kürzester Frist vollständig erfolgt) ein ganz oder annähernd gleichalteriger neuer Bestand heraufwächst.

Während beim Femelschlagbetrieb der Verjüngungszeitraum nicht allein von dem, längere oder kürzere Zeit hindurch andauernden Belassen der Mutterbäume im Bestande, sondern namentlich auch von der im Belieben des Wirtschafters liegenden rascheren oder langsameren Ausbreitung des Verjüngungsprozesses über alle Bestandespartien abhängig ist, entscheidet für die Verjüngungsdauer beim Schirmschlagbetrieb nur das Tempo, in welchem man mit den Vorlichtungen und demnächst nach der Besamung mit der Abräumung der Oberständer vorgeht, bezw. vorgehen muß. Wie viel Zeit hierfür nötig wird, ist wiederum für die Methode an sich gleichgiltig.

c) Kahlschlagbetrieb: Die Verjüngung erfolgt, nachdem der Bestand auf der Fläche kahl abgetrieben ist, in einem Jahre. Es erwächst ein gleichalteriger, gleichmäßiger Jungbestand.

Wenn thatsächlich manchmal zwei oder mehrere Jahre bis zur Neubegründung eines Bestandes vergehen, so tragen sekundäre Umstände, welche mit dem Wesen der Methode in keinem Zusammenhang stehen, wie z. B. Unmöglichkeit raschen Rodens, Insektengefahr (Rüsselkäfer) u. dergl. die Schuld. Ein einziger Hieb (Kahlabtrieb) räumt den Altholzbestand hinweg; danach kann sich die Begründung des neuen Bestandes unmittelbar anreihen. In kürzester Frist könnte sich also der Vorgang (Fällung, Abfuhr, Saat oder Pflanzung) im Verlauf etwa eines halben Jahres abspielen, was wirtschaftlich immerhin als ein einjähriger Zeitraum (eine Zuwachsperiode) aufzufassen wäre.

Beim Kahlschlagbetrieb finden sich (von Ueberhältern für den nächsten Umtrieb abgesehen, welche aber zur Verjüngung in keiner ursächlichen Beziehung stehen) niemals Altholz und Jungwüchse, somit auch nicht gleichzeitige Zuwachsbildung am alten und neuen Vorrat auf der nämlichen Fläche, ein Umstand, durch welchen sich derselbe sehr scharf vom Femelschlag- und Schirmschlagbetrieb unterscheidet, bei welchen stets während des Verjüngungszeitraumes Teile des alten und neuen Bestandes gleichzeitig vorhanden sind.

Alle etwa sonst im Hochwald vorkommenden Formen sind nur als Modifikationen der vorstehend in ihren Hauptmerkmalen charakterisierten Grundformen zu betrachten, als Uebergänge, die sich zwischen dieselben einschieben mit engerer oder minder enger Anlehnung nach der einen oder anderen Seite, zum Teil in Verbindung mit sekundären Maßnahmen (Unterbau u. s. w.), durch welche allerdings oft sehr eigenartige Bestandesbilder geschaffen werden.

Dadurch, daß an dieser Stelle der Femelschlagbetrieb als besondere Betriebsart von dem Schirmschlagbetrieb getrennt wird, entsteht ein gewisser (jedoch nur scheinbarer) Widerspruch zum zweiten Abschnitt (2. Kapitel, A, II, 2), woselbst bei Schilderung der nat. Verjüngung durch Samen nur die zwei Grundformen: Schirmschlag und Femelbetrieb unterschieden sind. Streng genommen lassen sich in der That auch nur diese beiden Formen festhalten. Der Femelschlagbetrieb zerfällt nämlich, sobald man den Horst oder die Gruppe als wirtschaftliche Einheit betrachtet, — was grundsätzlich gewiß zulässig ist, — in eine Anzahl von kleinen Schirmschlagbetrieben. Da wir jedoch gewohnt sind, — aus Zweckmäßigkeitsgründen und doch auch infolge einer gewissen Berechtigung im Sinne der Logik — die von der Waldeinteilung geschaffenen Wirtschaftsfiguren, wie Abteilungen und Unterabteilungen 2c., auch in Absicht auf waldbauliche Behandlung als Ganze zu betrachten, so mag hier, wo nicht die Einzeloperation, sondern der Betrieb in Frage steht, jene Trennung durchgeführt und der Femelschlagbetrieb als dritte Form der Samenverjüngung durch auf der Fläche stehende Mutterbäume behandelt werden. Bestimmend wirkt dabei besonders auch der Wunsch mit, es möchte thunlichste Einheitlichkeit der Definierung erreicht und damit das Verständnis gefördert werden. Gayer hat in seiner neuesten Schrift (der gemischte Wald) für das, was von mir nun als „Femelschlagbetrieb" charakterisiert ist, die Bezeichnung „horst- und gruppenweise Verjüngung" gewählt, weil er sich vor der Verwechselung mit dem Femelschlagbetrieb Heyers (= unserem Schirmschlagbetrieb) scheut. Ich möchte dies nicht gerade als zwingenden Grund ansehen, die Bezeichnung Femelschlagbetrieb ganz zu meiden, nachdem die Sache, um welche es sich handelt, doch so scharf gekennzeichnet ist, daß Mißverständnisse m. E. kaum zu erwarten sind. — An der früheren Stelle (im zweiten Abschnitt) war die spezielle Hervorhebung des „Femelschlagbetriebs" neben dem „Schirmschlag" jedenfalls nicht erforderlich, da die Kritik der einzelnen waldbaulichen Maßnahme von der Wirtschaftsfigur unabhängig ist.

B. Ausschlags-Waldungen.

Die Nutzung erstreckt sich nur auf oberirdische Teile des Individuums; dessen Funk-

tion ist mit der einmaligen Nutzung nicht zu Ende, sondern dasselbe erzeugt Ausschläge, durch welche die Neubegründung des Bestandes erfolgt.

1) Niederwald- oder Stockschlagbetrieb: Bei der Ernte wird die gesamte oberirdische Holzmasse genutzt, so daß nichts als der Stock mit den Wurzeln verbleibt. Stockausschläge und eventuell Wurzelbrut bilden den jungen Bestand. Ein im jährlichen Nachhaltbetrieb befindlicher Niederwald hat eine der Umtriebszeit entsprechende Anzahl von einzelnen Flächen, bezw. Beständen, in Altersabstufung von je 1 Jahr.

2) Kopfholzbetrieb: Ein Teil des Schaftes bleibt stehen, am oberen Ende desselben entwickeln sich Ausschläge, welche der Gegenstand der folgenden Nutzung sind. Bei öfterer Wiederholung derartiger Nutzung bilden sich am Schaftende Wülste, wodurch dasselbe kopfartig verdickt wird.

3) Schneitelholzbetrieb: Der ganze Schaft bleibt erhalten, die Nutzung besteht in den Aesten, an deren Abhiebsstellen Ausschläge hervortreiben; dieselben liefern die Holzmasse für den nächsten Hieb.

C. Mittelwald (Kompositionsbetrieb).

Der Bestand besteht aus zwei Teilen, nämlich einem als Niederwald behandelten Unterwuchs und hochstämmig erwachsenden Oberständern, welche entweder aus Laßreiteln des Unterstandes hervorgehen oder als Kernwüchse (meist durch Pflanzung) eingebracht werden. Jedem Unterholzabtrieb entspricht in Gestalt der stehenbleibenden Stangen, sowie eventuell der nach dem Unterholzhieb jeweilig eingebrachten Kernpflanzen eine besondere Oberholzklasse.

Ein im jährlichen Nachhaltbetrieb stehender normaler Mittelwald würde entsprechend dem Unterholzumtrieb u und dem höchsten Alter U, welches das Oberholz erreichen soll — (wobei, infolge der Art, wie das Oberholz entstanden ist, U stets ein Vielfaches von u ist und $\frac{U}{u} - 1 = n$ die Zahl der Oberholzklassen angibt, da die Laßreitel, welche nach einem Abtrieb des Unterholzes zum Oberholz übertreten, vor diesem Abtrieb noch dem Unterholz angehören) —, folgendes Bild bieten:

Wir haben u Flächenteile, bezw. Schläge (im Normalwald gleichwertig in ihrer Ertragsleistung). Dieselben sind unmittelbar vor einem Hieb bestockt mit

a) 1-, 2-, 3- . . . . ujährigem Unterholz

b) je mit den n Oberholzklassen, welche z. B. für den Schlag mit u jährigem Unterholz
$2u$-, $3u$- . . . nu-, $(n+1)u = U$ jährige Stämme
und für den Schlag mit 1jährigem Unterholz
$(u+1)$-, $(2u+1)$-, ... $(nu+1)$ jährige Stämme enthalten.

Die Zahl der Stämme in den einzelnen Oberholzklassen bildet eine abnehmende Reihe, sofern sich die ursprünglich in beträchtlicher Menge übergehaltenen Laßreitel stetig vermindern. Denn sowohl die Entwickelung der einzelnen Oberholzstämme, als die Rücksicht auf kräftiges Erwachsen genügender Unterholzmengen fordert es, daß bei jedem Hieb des Unterholzes nicht nur gleichzeitig die älteste Oberholzklasse genutzt, sondern auch in die übrigen Oberholzklassen eingegriffen wird, indem man nutzholzuntaugliche Stämme entfernt und einen zu dichten Stand des Oberholzes ermäßigt. In welchem Betrage dabei die Stammzahlen im einzelnen reduziert werden, ist von einer großen Reihe so sehr wechselnder Umstände (Holzart, Standort, Wirtschaftszweck, bezw. stärkere Betonung bald des Oberholzes, bald des Unterholzes u. s. w.) abhängig, daß dafür auch nicht entfernt irgend welche allgemeine Norm aufgestellt werden kann. Ueberhaupt zeigt der Mittelwald, bedingt durch Art, Menge und Verteilung des Oberholzes, wohl die vielfältigst abgeänderten Formen.

II. Würdigung.

§ 71. Vorbemerkungen. Abgesehen von Schutzwaldungen und etwa besonderen Zwecken des Waldbesitzers (Wildpark ꝛc.) ist die Wertschätzung einer Betriebsart in erster Linie von deren Reinerträgen abhängig; daneben können unter bestimmten lokalen Verhältnissen und entsprechend den früher bei der Kritik der einzelnen wirtschaftlichen Operationen gelegentlich hervorgehobenen besonderen Momenten auch noch sonstige Umstände, wie z. B. Gewährung gewisser Nebennutzungen (Streu für die Landwirtschaft) oder von Arbeitsgelegenheit ꝛc. in Betracht kommen. Bei der Beurteilung der Reinerträge sind alle

Faktoren zu einem Gesamtergebnis zu vereinigen, jeder einzelne richtig veranschlagt und gewürdigt: Rauhertrag, durch Masse und Wert pro Masseneinheit der einzelnen Nutzungen gegeben; Produktionskapitalien vorzugsweise als Boden und (im Nachhaltbetrieb) als Holzvorrat; laufende oder einmalige Ausgaben als Verwaltungskosten, Steuern, Aufwendungen für Kultur, Wegebau, Holzernte u. s. w.

Auch im Wirtschaftswald ist bei Beurteilung der verschiedenen Betriebsarten deren Einfluß auf den Boden in erster Linie maßgebend, sofern die dauernde Erhaltung, bezw. Steigerung des Produktionsfaktors „Bodenkraft" wesentlichste Bedingung aller Nachhaltigkeit ist. Immerhin aber ist eine einseitige, in dieser Richtung etwa zu weit gehende Wertschätzung zu vermeiden. Ein richtiges Urteil wird gewonnen, wenn man, wie vorstehend gefordert wurde, stets das Gesamtergebnis des Wirtschaftsbetriebs ins Auge faßt.

A. Hochwald:

§ 72. Im Wesen des Hochwaldbetriebs, wenn auch nicht grundsätzlich durch dasselbe bedingt, liegt es, daß derselbe mit höherem Umtrieb behandelt wird [169]). Aus diesem Umstande hauptsächlich ergeben sich hinsichtlich der wirtschaftlichen Leistung die Unterschiede gegenüber dem Ausschlagswald und dem Mittelwald. Bei letzterem steht nur das Oberholz in höherem Umtrieb, während das Unterholz meist in kurzen Zwischenräumen (von 6 bis 20 Jahren) abgetrieben wird; bei den Ausschlagswaldungen kommt überhaupt nur ein niederer Umtrieb (von 1jährigem bei Flechtweiden bis etwa 30jährigem bei Erlen) in Betracht.

Jene Unterschiede treten am klarsten zu Tage, wenn man zunächst die beiden extremen Formen: Hochwald und Niederwald vergleicht.

Folge des höheren Umtriebs ist beim Hochwald zunächst die seltenere Sorge für Neubegründung eines Bestandes auf der nämlichen Fläche. Dagegen muß aber derjenige Waldbesitzer, welcher nicht anders als in aussetzendem Betrieb wirtschaften kann, länger auf einen Abtriebsertrag warten und empfängt nur in Gestalt der Zwischen- und etwaigen Nebennutzungen mehr oder minder belangweise Abschlagszahlungen. Soll ein jährlicher Betrieb durchgeführt werden, so bedarf es in den meisten Fällen — (beim Femelbetrieb nicht) — einer relativ (im Verhältnis zur Umtriebszeit stehend) großen Fläche, damit der einzelne Jahres- oder Periodenschlag noch eine für die erfolgreiche wirtschaftliche Behandlung genügende Größe erhält. Unzertrennlich mit dem höheren Umtrieb verbunden ist für den Nachhaltbetrieb das größere Holzvorratskapital, mit welchem der Hochwald arbeitet, ein Umstand, welcher an sich, d. h. immer dann, wenn er nicht durch andere Momente paralysiert wird, eine geringere Rentabilität bedingt. Auch ist der Hochwald manchen Gefahren mehr ausgesetzt als der Niederwald; doch ist dieser Nachteil nur teilweise auf den Unterschied im Umtrieb, vielmehr großenteils auf die Verschiedenheit der Holzart, namentlich das gänzliche Fehlen der Nadelhölzer im Niederwaldbetrieb zurückzuführen.

Auf der anderen Seite wiederum ist der Hochwald für alle Holzarten tauglich, liefert bei entsprechend hohem Umtrieb alle verschiedenen Sortimente, ist somit geeignet, alle Anforderungen des Holzmarktes zu befriedigen, verursacht mit steigendem Umtrieb insbesondere bei Nutzholzwirtschaft verhältnismäßig geringeren Aufwand an Schlägerlöhnen — (die Holzbringung ist freilich unter Umständen theuer!) —, bietet in dem größeren Vorrat eine oft willkommene Gelegenheit zur Kapitalanlage und gewährleistet, wenn richtig geleitet, wegen der selteneren Wiederkehr der Abtriebsnutzung die vollständigere Erhaltung der Bodenkraft. Daß der Hochwald auch die absolut höchsten Massenerträge liefere, ist nicht unbedingt richtig; wohl mit Einschluß des Stockholzes, nicht aber, wenn nur die oberirdische Holzmasse berücksichtigt wird. In diesem Falle hat er an dem Mittelwald vielfach einen ebenbürtigen, ja überlegenen Konkurrenten [170]).

169) Ausnahme z. B. die Anzucht von Weihnachtsbäumchen auf besonderen Flächen.

170) In unserer Litteratur finden sich hierfür, aber auch für das umgekehrte Verhalten viel-

Bei den einzelnen Hochwaldformen machen sich vorstehend angedeutete Vor- und Nachteile in sehr verschiedenem Maße geltend.

1) Plenter- oder Femelbetrieb[171]):

Als Vorzüge desselben müssen geltend gemacht werden: die Möglichkeit, einen höheren Umtrieb in nachhaltiger Wirtschaft mit jährlichen Erträgen auch auf kleiner Fläche durchzuführen; ferner die weitest gehende Sicherung der Bodenkraft (gegeben namentlich in entsprechender Bodenfrische), weil niemals Bodenstellen in größerem Umfang völlig bloßgelegt werden; sodann die Gewährung eines bedeutenden Lichtungszuwachses schon in einem verhältnismäßig frühen Stadium der Baumentwickelung. Dabei werden die Stämme, weil schon bald mehr freiständig erwachsend, widerstandsfähiger gegen Sturm und Schneebruch, wie denn alle einem ungleichmäßigen Kronendach nachgerühmten Vorteile im Femelwald in besonderem Maße angetroffen werden müssen. Für gefährdete Gebirgslagen, Schutzwaldungen 2c. ist der Femelbetrieb die geeignetste, ja oft einzig zuläßige Wirtschaftsform.

Dagegen beschränkt sich die Anwendbarkeit desselben auf nur wenige Holzarten, die eigentlichen Schattenhölzer; denn alle Jungwüchse müssen mehr oder minder im Druck heraufwachsen, also die Fähigkeit haben, sich mindestens in starkem Seitendruck längere Zeit entwickelungskräftig zu erhalten. Dem vorerwähnten starken Lichtungszuwachs steht mithin eine (je nach den Umständen verschiedene) Einbuße an Zuwachs in der Jugend gegenüber; die Wirtschaftsführung hat diese möglichst zu reduzieren, kann dieselbe aber begreiflich niemals ganz vermeiden. — Die Fällung und Holzbringung ist erschwert — (geübte Holzhauer wissen übrigens diesen Nachteil auf ein geringeres Maß zu beschränken, als man aus der Entfernung meinen sollte!) —; die Bäume werden großenteils weniger astrein als im geschlossenen Bestand; endlich kann nicht bestritten werden, daß der ganze Betrieb, weil ein mehr zersplitterter, mit seinen Operationen über einen größeren Teil des ganzen Waldes sich erstreckender, weniger übersichtlich ist, der sicheren Ertragsbestimmung, der Buchführung 2c. größere Schwierigkeiten bietet.

So wenig hierin, sowie in der durch den Betrieb etwa geforderten größeren Intelligenz und Arbeitsleistung der Beamten bei der Schlagauszeichnung, Beaufsichtigung des Fällungsbetriebs u. s. w., ein Hinderniß für die Durchführung erblickt werden darf, so wäre es doch verfehlt, wollte man nicht in der größeren Einfachheit anderer Betriebsarten einen immerhin erwähnenswerten Vorzug derselben anerkennen.

2) Femelschlagbetrieb[172]:

Dadurch daß die gleichförmige Hiebsführung und Schlagstellung vermieden, vielmehr den einzelnen Nachbar-Horsten und Gruppen grundsätzlich verschiedenes Alter gewährt wird, soll insbesondere bei gemischten Beständen die Erhaltung der verschiedenen Holzarten (z. B. vorwüchsige, durch Voranbau entstandene Eichenhorste in dem später begründeten Buchenbestand) gesichert werden. Die Altersdifferenz der Horste ist bedingt durch die verschiedene Wuchskraft der Holzarten. Aber auch bei reinen Beständen soll der Betrieb vor dem Schirmschlag in Folge des ungleichförmigen, aus mehreren Etagen bestehenden Kronendaches wesentliche Vorzüge haben und zwar besonders rücksichtlich der Bodenpflege, da eine zwischentretende, nachteilige Vegetation von Gras und Kräutern nach Möglichkeit ausge-

---

fache Einzelbelege. Es kommt auf die Art der Vergleichsobjekte, insbesondere auf die Beschaffenheit des in Absicht auf Oberholzmenge und -art, Umtrieb 2c. so überaus mannichfaltig gestalteten Mittelwaldes an. — Zu vergl. u. a. Die Verhandlungen über die „Mittelwaldfrage" im elsaß-lothring. Forstverein zu St. Avold 1885 (Bericht über die X. Versammlung von 1886 S. 6 ff.). — Im Großherzogt. Baden hat durchschnittlich der Mittelwald die höheren Erträge.

171) Vergl. Fürst, „Plänterwald oder schlagweiser Hochwald". Berlin 1885. — Schuberg, Schlaglichter zur Streitfrage: „schlagweiser Hochwald- oder Femelbetrieb" (Forstw. Centralbl. v. 1886, S. 129, 194). — Bonhausen, „Der schlagweise Hochwaldbetrieb und der Femelbetrieb" (Allg. F. u. J.Z. 1882, S. 289).

172) Hier insbes. zu vergleichen Gayers: „Der gemischte Wald".

schlossen erscheint; ferner sollen die Jungwüchse in den Löchern besser befeuchtet werden, sowie auch die Gefährdung derselben bei der Holzernte eine geringere ist. Ob und in welchem Betrage der Betrieb größere und namentlich wertvollere Massen erzeugt als ein anderer, insbesondere als ein richtig geleiteter Schirmschlagbetrieb, dessen Bäume frühzeitig aus dem Zustande starker Kronenspannung befreit werden, ist noch nicht genügend untersucht.

Der Femelschlagbetrieb tritt in Konkurrenz hauptsächlich mit dem Schirmschlag- und dem Kahlschlagbetrieb. Er ist im Allgemeinen für alle Holzarten zulässig, welche nicht so ausgesprochene Lichthölzer sind, daß sie jeden Schirmdruck oder alle Seitenbeschattung auch in der Jugend verbieten. Die einzelnen Horste und Gruppen sind, auch wo Mischwuchs für das Ganze der Abteilung entsteht, für sich betrachtet reine Bestände; sobald Lichthölzer auftreten, wird, wenn sich nicht von der Seite, vom umgebenden Bestandesteil her ein Schutzholz einschiebt, demnächst Unterbau erforderlich.

3) Schirmschagbetrieb:

Der Betrieb findet, wie wir früher gesehen haben, in der natürlichen Verjüngung durch Samenabfall (Mutterbäume auf der Fläche) Ziel und Begründung, sofern man nicht den reinen Plenterbetrieb wählen will oder wählen kann, was doch nur bei ganz entschiedenen Schattenhölzern möglich ist, während für den Schirmschlag, wie bei dem Femelschlagbetrieb, bedingungsweise auch etwa noch Kiefer und Eiche in Frage kommen können.

Der Boden wird niemals bloßgelegt, wohl aber wird dadurch, daß man den ganzen Bestand gleichmäßig durchlichtet (Vorbereitungshieb, Samenschlag), die Entstehung einer leichten Bodenbenarbung eher ermöglicht als bei dem, mit einzelnen kleinen, unzusammenhängenden Bestandespartieen operierenden Femelschlagbetrieb. Keineswegs bedeutet dies aber schon eine entschiedene Schädigung der Bodenkraft, wenn nur bei den betreffenden Hieben stets mit der nötigen Vorsicht verfahren wird. Allerdings entsteht grundsätzlich ein gleichförmiger Bestand. Ein solcher an sich wäre nur dann zu beanstanden, wenn durch ihn den Rücksichten der Bodenpflege nicht genügend entsprochen werden könnte. Ausdehnung des Verjüngungszeitraumes bietet auch bei diesem Betrieb die Möglichkeit länger andauernden Lichtungszuwachses. Das Zusammenfassen mehrerer Jahresschläge in einen Periodenschlag gestattet die Durchführung des jährlichen Nachhaltbetriebs auf kleinerer Gesamtfläche als beim Kahlschlagbetrieb; freilich ist der reine Femelbetrieb in dieser Hinsicht nicht zu erreichen. Dagegen ist die Uebersichtlichkeit im Schirmschlagbetrieb größer als im Femelwald und auch als im Femelschlagbetrieb.

4) Kahlschlagbetrieb.

Der wesentlichste Vorzug desselben ist seine Einfachheit und Uebersichtlichkeit, sowohl im Hinblick auf die Operationen des Waldbaues (Unabhängigkeit von der zufälligen Beschaffenheit des Altbestandes, dem Eintritt von Mastjahren 2c.) und der Holzernte einschl. Holzbringung (Hiebsführung zu beliebiger Jahreszeit, ohne Rücksicht auf Jungwuchs 2c.), als auf die Maßnahmen der Forsteinrichtung und Wirtschaftskontrolle. Voraussetzung ist aber, daß die Holzart für die Nachzucht im Freien (künstlicher Anbau oder Besamung durch Randbäume) geeignet ist, und daß eine Gefährdung der Bodenkraft nicht befürchtet werden muß. Der Betrieb ist also von vornherein nicht zu wählen für Tanne und Buche, obwohl er auch für diese Holzarten aushilfsweise da und dort einzutreten hat. Bezüglich der Bodenkraft werden dem Kahlschlag die größten Vorwürfe gemacht. Unzweifelhaft ist das zeitweilige Bloslegen des Bodens kein Gewinn (Verschlechterung insbes. der physikalischen Bodeneigenschaften, Humusverflüchtigung 2c.), es sei denn, daß der Nachteil durch die Vorteile nachfolgender Bodenbearbeitung (Roden im Waldfeldbau, Rabattenkultur in nassem Terrain u. dergl.) paralysiert würde. Immerhin aber tritt im Hochwaldbetrieb jenes vollständige Entblößen des Bodens nur in großen Zwischenräumen (Umtriebszeit) ein und dürfte kaum als so unbedingt verderblich erachtet werden, wie es ab und zu

hingestellt wird, wenn nur durch sofort nachfolgende Kultur der Boden rasch wieder gedeckt wird: allerdings eine nicht immer leicht zu erfüllende Bedingung, zumal außer den zunächst entscheidenden Witterungseinflüssen oft auch Insekten (Maikäfer, Rüsselkäfer u. a. m.) auf den Kahlflächen in verderblicher Weise auftreten, sowie Unkräuter im Uebermaß sich einstellen, so daß dadurch die Entstehung eines genügend geschlossenen Jungbestandes auf Jahre hinaus vereitelt werden kann. Gegen derartig widrige Einflüsse muß man sich möglichst sichern, indem man zu große und namentlich von Jahr zu Jahr aneinandergereihte Kulturflächen vermeidet, die Art der Kultur richtig wählt u. s. f.

Thatsächlich sind mittelst des Kahlschlagbetriebs und nachfolgender künstlicher Kultur auf weiten Strecken vortreffliche Bestände begründet worden (bes. Fichte, Kiefer, Eiche 2c.), und obwohl zweifelsohne da und dort auf großen Flächen auch entschiedene Mißerfolge zu verzeichnen sind, so sind diese doch nicht alle als unvermeidliche Folgen des Betriebs an sich zu charakterisieren, sondern sicherlich teilweise auf wirtschaftliche Fehler zurückzuführen. Jedenfalls sind die Beweise, welche zu gunsten des Betriebs erbracht werden können, mindestens ebenso zahlreich, als die gegenteiligen, so daß es — zugegeben eine hie und da über Gebühr beträchtliche Ausdehnung desselben — doch nicht gerechtfertigt ist, den Kahlschlag ganz allgemein zu bekämpfen, bezw. auch für diejenigen Fälle zu verwerfen, in welchen er unleugbar guten Erfolg sichert. Man könnte wohl die Frage stellen, ob daselbst nicht durch Schirmschlag oder Femelschlag der gleiche waldbauliche Erfolg erzielt worden wäre? Bejahendenfalls würde dann ein zwingender Grund für den Kahlschlag nicht vorhanden gewesen sein. Aber es blieben dann doch die anderen, zu gunsten desselben angeführten Momente in Kraft. Und für viele Fälle ist überdies die Freilandkultur sicherer. Wer freilich überhaupt einen gleichmäßigen Bestand (auch den gleichförmigen Schirmschlag) nicht billigen kann, muß sich gegen Kahlschlag bedingungslos abweisend verhalten, mindestens ihn nur als Ausnahme zulassen. Aber es sind nur wenige, welche so einseitig eine bestimmte waldbauliche Richtung vertreten möchten; vielmehr begegnen sich mit wenig Ausnahmen [173] alle bedeutenderen neueren Schriftsteller auf dem Gebiete des Waldbaues in dem fortwährenden Hinweis darauf, daß starres Verfolgen von Extremen zu vermeiden und jeder Betriebsart, je nach den örtlichen Bedingungen, ihre Stelle einzuräumen sei. Dies gilt natürlich, wie es jetzt anläßlich der Würdigung verschiedener Hochwaldformen ausgesprochen ist, nicht minder von allen übrigen Betriebsarten.

B. Ausschlagswald.

§ 73. Charakteristisch ist, wie oben schon hervorgehoben wurde, der meist niedrige Umtrieb, also bei Neuanlagen frühzeitige erstmalige Abtriebsnutzung, häufige Wiederkehr der Ernte auf der nämlichen Fläche, Kahlabtrieb, d. h. jedesmal Bloslegung des Bodens und damit Gefährdung seiner Kraft, wenn auch (in normalen Verhältnissen) rasche Wiederdeckung desselben durch die Ausschläge. Meist wertvolle Erträge in Verbindung mit einem verhältnismäßig kleinen Produktionskapital (geringer Holzvorrat des niederen Umtriebs) sichern eine hohe Rentabilität. Dazu kommt die Möglichkeit jährlicher Nachhaltwirtschaft auf kleiner Gesamtfläche. Ueberdies meist geringe Bedrohung von außen (durch Schnee, Sturm, Insekten 2c. — höchstens durch Frost häufiger geschädigt). Das Beschränktsein auf ausschlagsfähige Holzarten kann als ein Mangel angeführt werden; ferner muß die Lieferung nur einer geringeren Auswahl von (schwächeren) Sortimenten als ein solcher empfunden werden, obwohl andererseits gerade im Ausschlagswald manche Nutzungen anfallen, welche der Hochwald gar nicht oder doch nicht in gleicher Güte zu bieten hat (Lohrinde 2c.).

1) Niederwald.

Dieser kommt von den Ausschlagswaldungen als Betriebsart, die im Großen angewendet wird, fast allein in Betracht, und gelten für ihn alle vorstehend angeführten Momente. Sehr niedrige Umtriebe (Anzucht von Flechtweiden) sind selbst auf ganz gutem Standort nur bei entsprechender Bodenbearbeitung, event. Düngung dauernd leistungsfähig; selbst die höheren (z. B. Eichenschälwald) fordern sorgsamste Bestandes- und bezw. Bodenpflege. Größte Einfachheit und Uebersichtlichkeit (reine Schlageinteilung) der gesamten Wirtschaftsführung.

---

173) Borggreve ist wohl am schärfsten in allgemeiner Betonung bestimmter Lehren und geht insbes. mit dem Kahlschlag scharf (m. E. viel zu scharf!) ins Gericht.

2) Kopfholzbetrieb.

Meist nur in Flußniederungen (Bandweiden) als besonderer Betrieb in größerem Umfang. Schutz gegen Wasser, Eis ꝛc. ist dort meist das Motiv. Rücksichten der Bodenpflege zu gunsten der Holzproduktion fallen weg.

3) Schneitelbetrieb.

Meist nur in geringem Umfang, mit Einzelbäumen, nicht in größern Beständen.

C. Mittelwald.

§ 74. Der Betrieb ermöglicht die Anzucht sämtlicher Holzarten. Für das Unterholz sind natürlich nur Laubhölzer mit bedeutender Reproduktionskraft tauglich. Aber als Oberholz lassen sich, obwohl manche und insbesondere dichtkronige Holzarten für dasselbe wegen zu starker Beschattung des Unterholzes nur schlecht taugen, doch, wenn es der Waldbesitzer wünscht, sämtliche Holzarten anbringen. Ueberdies liefert der Mittelwald alle denkbaren Sortimente. Kann er auch, in bezug auf Qualität der Oberholzstämme, mit manchen Leistungen des Hochwaldes (astreines, geradschaftiges Holz) nicht konkurrieren, so erzeugt er doch andererseits wieder manche Waare (z. B. Schiffsbauhölzer) in hervorragender Güte. Besonders ertragsreich sind viele als Mittelwälder behandelte Forste in den Niederungen unserer Flüsse (Auewaldungen), für welche sich diese Betriebsform trefflich eignet. Sie verdient aber auch insofern Beachtung, als sie eine jährliche Nachhaltwirtschaft auf kleiner Fläche gestattet und dabei doch durch den Oberholzhieb auch Nutzholz verschiedenster Art, wenn auch in beschränkter Menge, ergibt (z. B. sehr beliebte Wirtschaftsform für den oft nicht beträchtlichen Waldbesitz von Gemeinden). Die Gefahren, welche den Mittelwald bedrohen, sind im ganzen ziemlich gering.

Die Wirtschaftsführung erfordert aber viel Fleiß und Umsicht, will man nicht baldigen Rückgang der Erträge erleben[174]). Der Kahlhieb im Unterholz bedeutet — zwar wegen des Oberholzschirmdaches weniger belangreich wie im Niederwald — immerhin eine Gefährdung der Bodenkraft, welcher durch sorgfältige Erhaltung ausschlagskräftiger Holzarten thunlichst begegnet werden muß. Ebenso ist die richtige Auswahl, Menge, Verteilung, Pflege ꝛc. des Oberholzes von größter Wichtigkeit; Rekrutierung durch entsprechend reichliches Einpflanzen von starken Pflänzlingen, event. Halbheistern und Heistern (Eiche, Esche, Ulme, Nadelhölzer u. s. w.) nach jedem Abtrieb des Unterholzes. Besondere Schwierigkeiten entstehen im Mittelwald für die Forsteinrichtung, soweit das Oberholz in Betracht kommt; Ertragsveranschlagungen sind relativ unsicher[175]). Die Erträge selbst sind begreiflich außerordentlich verschieden[176]).

Zweites Kapitel.

Modifikationen der Grundformen, Zwischen- und Uebergangsformen. Besondere Fälle.

Wie schon in den Vorbemerkungen zum vierten Abschnitte hervorgehoben worden ist und auch aus den Erörterungen vorderer Abschnitte, namentlich denen über Bestandeserziehung[177]) gefolgert werden konnte, darf die Anzahl der sich zwischen den Grund-Betriebsarten einschaltenden, dieselben modifizierenden, in schärferer Ausprägung sich zu gewissen eigenartigen Formen ausbildenden Betriebe füglich als eine unbeschränkte betrachtet

174) Geringwertige Mittelwaldungen finden sich sehr zahlreich, häufig infolge nicht genügender Rekrutierung des Oberholzes.

175) Vergl. Handbuch 2. Band, S. 308.

176) Nachweise in den statistischen Veröffentlichungen verschiedener Länder. — Vergl. z. B. auch: Vereinshefte des Elsaß-Loth. Forstvereins für 1885; ferner Brecher: Aus dem Auenmittelwalde S. 64 ff., sowie Lauprecht: Aus dem Mühlhäuser Mittelwalde, Suppl. zur Allg. F. u. J.Z. VIII. Bd., 1. Heft (S. 54 ff.) von 1871.

177) Zu vergl. insbes. das 5. Kapitel des 3. Abschnittes, § 61 ff.

werden. Deshalb kann an dieser Stelle auch nur auf einige Fälle noch besonders aufmerksam gemacht werden, welche, sei es durch ihr häufigeres Auftreten, sei es durch die Art ihrer Merkmale vor anderen Beachtung verdienen dürften.

Dabei können als Modifikationen solche Formen bezeichnet werden, bei welchen die Grundform, der sie zugehören, noch klar erkennbar, bezw. nur in mehr nebensächlichen Punkten verschoben ist; als Uebergangsformen solche, welche sich zwischen zwei Grundformen einschaltend, ebensowohl der einen als der anderen zugezählt werden könnten; als besondere Fälle endlich dürften gewisse Wirtschaften namhaft gemacht werden, welche sich zwar aus einer bestimmten Grundform herausentwickeln lassen und sich noch mehr oder minder an dieselbe anlehnen, aber doch durch Einfügung irgend welcher neuer Faktoren ein entschieden abweichendes und entsprechend selbständiges Gepräge zeigen. Scharfe Trennung nach diesen drei Rubriken ist allerdings nicht möglich, vielmehr werden vielfach Zweifel darüber entstehen, ob man eine vorgefundene Wirtschaftsform da oder dort einreihen soll. Doch ist eine solche feinere Rubrizierung auch ziemlich gleichgiltig.

A. Hochwald.

§ 75. 1) Femelartiger Hochwaldbetrieb[178]):

Eine Wirtschaftsform, die als eine Vereinigung des Femelbetriebs und Femelschlagbetriebs, auch wohl dieser beiden mit dem Schirmschlagbetrieb im nämlichen Bestand aufgefaßt werden kann, indem sie sich — ganz nach dem jeweiligen Bedürfnis der einzelnen Bestandespartie und frei von allem schablonenmäßigen Gebundensein an ein einzelnes der in den genannten Grundbetrieben verkörperten Prinzipien — bald in femelweiser, bald in mehr schlagweiser Behandlung der Gruppen und Horste äußert, stets die gesicherte natürliche Verjüngung der Bestände (wo nötig mit künstlicher Beihilfe in beschränktem Umfang) in gleicher Weise berücksichtigend, wie die Ausformung der Stämme zu möglichst starken, hochwertigen Sortimenten (intensive Auswirkung des Lichtungszuwachses). Tauglich nur für entschiedene Schattenhölzer, hauptsächlich für die Weißtanne, erscheint der Betrieb in seiner Durchführung zumeist als eine Konzession an die Grundsätze des Femelbetriebs, welche jedoch dahin abgeändert werden, daß nicht ein ganzer Umtrieb zur Schaffung eines neuen Bestandes an Stelle eines jetzt vorhandenen gefordert, sondern die Verjüngung in kürzerer Zeit, jedenfalls aber doch in langem Zeitraum (30, 40, ja 60 Jahren) bewerkstelligt wird, und daß sich je nach Umständen größere oder kleinere gleichförmig behandelte Gruppen (wie im Femelschlagbetrieb) einschieben. Ob dabei mehr durch Aushieb einzelner Stämme oder mehr in Gestalt solch gruppen- und horstweiser Bewirtschaftung vorgegangen wird, hängt in erster Linie von der zufälligen Beschaffenheit des Bestandes (Aushieb alles schadhaften Holzes, besonders breitkroniger, hervorragend starker Stämme, Förderung von Vorwuchshorsten u. s. w.) ab. Jedenfalls ist ein ungleichförmiger Bestand das Wirtschaftsziel. Die behaupteten Vorzüge eines solchen kommen in dem Betrieb voll zur Geltung.

Die Abhandlung Schuberg's, auf welche in Anm. 178 verwiesen ist, bringt hinsichtlich der Tanne, welche bes. im badischen Schwarzwald vielfach im „femelartigen Betrieb" bewirtschaftet wird, den an zahlreichen direkten exakten Erhebungen über die Zuwachsleistung in diesem Betrieb im Gegensatz zum Schirmschlagbetrieb vorgeführten Nachweis, daß der letztere sowohl an Masse im ganzen, als auch namentlich bezüglich der Verteilung der Einzelstämme auf die verschiedenen Nutzholzklassen erheblich hinter dem femelartigen Betrieb zurückbleibt, welcher bei gleichem durchschnittlichem Alter einen weit höheren Prozentsatz an Stämmen der ersten Klasse liefert, weil er keine entwickelungsunkräftigen Individuen lediglich eines gleichmäßigen Bestandesschlusses wegen mitschleift und eben infolge der zeitigen Entfernung aller dieser zweifelhaften Gesellen den übrigen einen erhöhten Lichtgenuß gewährt. Immerhin könnte man fragen, ob nicht bei der Vergleichung ab und zu gegen einen Grundsatz der Statik einigermaßen verstoßen ist, dahin lautend, daß man jede der gegeneinander abzuwägenden Wirtschaftsformen im Zustand ihrer höchsten Leistungsfähigkeit betrachten soll. Dann darf aber auch der Schirmschlag keine Kranken aufweisen und muß derart durchlichtet sein, daß auch in ihm ein genügender Lichtungszuwachs zur Geltung kommt. (Ob man dann bei der Tanne, d. h. insbesondere durch bedin-

178) Vergl. Schubergs Schlaglichter zur Streitfrage: schlagweiser Hochwald- oder Femelbetrieb, Forstw. Centralblatt v. 1886, S. 129 u. S. 194; siehe oben die Bemerkung über diese höchst dankenswerte Arbeit.

gungslosen Aushieb aller Krebsbäume nicht von selbst zu einer femelartigen Form kommt, ist eine andere Frage.)

2) Ueberhaltbetrieb und zweihiebiger Hochwaldbetrieb[179]):

a) Wenn von den hiebsreifen Bäumen eines Bestandes eine gewisse Anzahl von der Abtriebsnutzung ausgeschlossen wird und im nachgezogenen Jungwuchse in den nächsten Umtrieb hinein stehen bleibt, so entsteht die Ueberhaltform. Zweck derselben ist die Anzucht besonders starker Stämme, wie sie der gewöhnliche Umtrieb nicht zu erzeugen vermag. Man will aber nicht für die ganze Wirtschaft oder für einzelne ganze Bestände, um solche Starkhölzer zu gewinnen, den Umtrieb erhöhen, sondern die übliche Umtriebszeit für die Hauptmasse der Bestände durchweg beibehalten. Der gewünschte Erfolg ist nur zu erreichen, wenn die betr. Stämme (Ueberhälter, Waldrechter, Oberständer) während genügend langer Zeit nach dem Abtrieb des Grundbestandes, in dubio während der ganzen folgenden Umtriebszeit, fortwachsen; sie müssen also an sich entsprechend wuchskräftig sein und unter Bedingungen belassen werden, welche ihre fernere gedeihliche Entwickelung sichern; d. h. man darf nur durchaus gesunde, gut geformte Stämme zum Ueberhalt bestimmen (nicht gerade die allerstärksten) und muß für Erhaltung der Bodenkraft sorgen.

Mittelhohe Umtriebe eignen sich am meisten; man hat dann Hoffnung, daß wenigstens ein Teil der Oberständer den vollen zweiten Umtrieb aushält.

Der Betrieb findet sich in den verschiedenartigsten Formen, weil er sich aus jeder beliebigen Grundform herausentwickeln kann. Immer aber sollten die Ueberhaltbäume möglichst allmählich an den freien Stand gewöhnt werden, wozu unter Umständen schon lange Zeit vorher (20—40 Jahre) der Freihieb derselben eingeleitet werden muß, falls nicht die Wirtschaftsform an sich schon (wie im Femelbetrieb oder fremdartigen Betrieb) allmähliches Gewöhnen an den Freistand bedingt. Namentlich sollte nicht mit der Einweisung in die Ueberhaltstellung eine, wenn auch nur vorübergehende Minderung der Bodenthätigkeit verbunden sein. Daß die Oberständer den Grundbestand in seinem Zuwachs beeinträchtigen, ist klar; ihre eigene Massen- und Wertssteigerung wiegt aber diesen Ausfall reichlich auf. Bedenklich ist für allen Ueberhaltbetrieb die Sturmgefahr, gegen welche man durch möglichst viele kleine Hiebszüge Schutz suchen kann. Gruppenweiser Ueberhalt ist in vielen Fällen dem Einzelüberhalt vorzuziehen; doch bedarf es in der Ueberhaltgruppe (bezw. Horst) des Unterbaues, wo nicht natürlicher Unterwuchs sich einstellt.

Am mißlichsten sind die Bedingungen im Kahlschlagbetrieb: z. B. Ueberhalt einzelner Forchen (15—30 Stück pro ha) nach dem Abtrieb des Bestandes.

Das vollständige Bloslegen des Bodens muß nachteilig wirken. Bei etwaiger Rodung (wie im Waldfeldbau) muß man die Wurzeln der Ueberhälter schonen. — Im Schirmschlagbetrieb (z. B. Ueberhalt wuchskräftiger Eichen, Eschen, auch einzelner Buchen ꝛc. im gemischten Laubholzhochwald) liegen die Verhältnisse insofern günstiger, als während des Verjüngungszeitraumes allmähliche Freistellung bewirkt und der Boden nicht entblößt wird. — Im eigentlichen Femelbetrieb ist ein besonderer Ueberhalt ziemlich gleichbedeutend mit Erhöhung der Umtriebszeit; dasselbe würde vom Mittelwald gelten, für welchen ein Ueberhaltbetrieb mit Anreihung einiger weiterer Oberholzklassen gleichbedeutend wäre. — Dagegen würde mit dem Femelschlagbetrieb ein eigentlicher Ueberhaltbetrieb (stammweise oder vielleicht grundsätzlich mehr gruppenweise) sich sehr gut verbinden lassen.

b) Der zweihiebige Hochwald darf als besonderer Fall des Ueberhaltbetriebs bezeichnet werden, welcher dann entsteht, wenn man bei nicht zu hohem Umtrieb durch verhältnismäßig reichliches Ueberhalten von Stämmen möglichst viele Individuen des ursprünglich vorhandenen Bestandes zu den gewünschten bedeutenderen Dimensionen herausbilden will. Die Oberständer erscheinen nicht sowohl als eine Zugabe zum Grundbestand,

179) Vergl. Täger, „Zum zweihiebigen Kiefernhochwaldbetrieb“ (Festgabe zur Görlitzer Forstversammlung 1885. — Derselbe, „Zum zweihiebigen Kiefernhochwaldbetrieb“ im Tharander Jahrb. von 1887 S. 1 ff. — Meyer, „Zur Frage des Ueberhaltbetriebs resp. des zweihiebigen Hochwaldes“ in Zeitschr. f. F. u. Jw. 1887 S. 13 ff.

sondern sind schließlich der eigentlich entscheidende Bestandesteil. Speziell dieser Betrieb arbeitet entschieden am leichtesten mit mittelhohen Umtrieben (70, 80, höchstens 100 Jahre); anderenfalls werden trotz aller Sorgfalt viele Ueberhälter vor der Zeit abständig[180]). Gegenüber einer allgemeinen Erhöhung der Umtriebszeit hat man den Vorteil, daß nur die wirklich guten Stämme dem hohen Alter zugeführt werden. Von geringen Böden sollte der Betrieb ferngehalten werden[181]). Unter Umständen ist Unterbau rätlich.

Das frühzeitige Vorbereiten auf die Ueberhaltstellung, bezw. das Loshauen der dazu bestimmten Bäume ist stets nur mit der Beschränkung und so allmählich auszuführen, daß dadurch keine schädliche Verlichtung des Bestandes eintritt.

Als besondere hierher gehörige Formen erscheinen auch der

Zweialterige Hochwald Burckhardt's,

der modifizierte Buchenhochwaldbetrieb von v. Seebach,

Die Homburg'sche Nutzholzwirtschaft.

Dieselben sind im 5. Kapitel des 3. Abschnittes (§ 67) besprochen.

Wie sich unter bestimmten Umständen auch einmal ein „Dreifacher Hochwaldbetrieb" (innerhalb einer Umtriebszeit Nutzung gewissermaßen von drei verschiedenen Beständen auf der nämlichen Fläche: 20jähriger Kiefernschutzbestand, 140jährige Eichen, 110jährige Buchen) entwickeln kann, hat Wilbrand in der Allg. F. u. J.Z. (1879, S. 41 ff.) gezeigt. Doch gehört die betr. Wirtschaft mehr nur dem Namen nach hierher; sie ist ein Unterbaubetrieb mit besonderer Modifikation.

3) Unterbau- und Lichtwuchsbetrieb.

Beide sind nicht eigentlich besondere Betriebsarten, sondern mehr nur bestimmte Formen der Bestandeserziehung und als solche im 3. Abschnitt (5. Kap.) abgehandelt. Kahlschlagbetrieb, Schirmschlag- und Femelschlagform können mit Unterbau- und Lichtwuchsbetrieb verbunden, bezw. als solche ausgebildet sein.

4) Waldfeldbau[182]).

Derselbe darf als eine besonders entwickelte Wirtschaftsform des Hochwaldes hier genannt werden, obwohl die Besonderheit streng genommen nur in der Art der Bestandesbegründung erblickt werden kann, bei welcher die Anzucht landwirtschaftlicher Gewächse in verschiedenartig modifizierter Weise beteiligt ist, während die Bestandeserziehung in nichts von demjenigen Vorgehen abweicht, welches auch ohne jene Verbindung von Holz- und Fruchtzucht auf den betreffenden Oertlichkeiten beobachtet werden würde. Waldbaulich wichtig ist namentlich, daß sich in einer großen Zahl von Fällen, wie durch viele, verschiedenartig gestaltete vergebliche Versuche dargethan ist, die Begründung junger Bestände (wegen Unkrautwuchs ꝛc.) ohne Zuhilfenahme des landwirtschaftlichen Vor- oder Zwischenbaues als unmöglich oder doch nur mit unverhältnismäßigen Opfern erreichbar erwiesen hat. Hierin muß dann auch die volle Berechtigung des Betriebs vom waldbaulichen Standpunkt aus zunächst gefunden werden. Als weitere Momente, welche zu gunsten desselben sprechen, kommen hinzu die durch die Bodenlockerung bewirkte Zuwachssteigerung, sowie die in vielen Fällen hohen Erträge (Pachtgeld, bezw. Erlös aus dem Verkauf der landwirtschaftlichen Produkte). Dagegen ist in dem Entzug bestimmter Mengen an mineralischen Nährstoffen, wie er durch jede Kartoffel- oder Halmfruchternte erfolgt, ein unleugbarer Nachteil zu erblicken; derselbe kann allerdings durch die Vorteile des Betriebs überboten werden. Eine besondere Würdigung erheischen überdies die volkswirtschaftlichen Erwägungen, zu denen der Betrieb Anlaß gibt.

180) Auszugshiebe, vergl. dritter Abschnitt, 4. Kapitel (§ 60).

181) Jäger a. a. O. will auch noch auf Kiefernboden 3., ja 4. Güte mit seinem Betrieb gute Starkhölzer erziehen; auf Boden 2. Bonität soll mit Fichte unterbaut werden. Entsprechende Rentabilität wird von J. nachgewiesen.

182) Vergl. Handbuch I. Bd. 2. Abt. IX, b. S. 252. — Sodann zu vergl. Bericht über die XV. Versammlung deutscher Forstmänner zu Darmstadt 1886, Frankf. bei Sauerländer 1887, S. 81—145.

Das Nähere über denselben findet sich an der S. 621 (Anm. 182) bezeichneten Stelle, auf welche hier verwiesen werden muß.

B. Niederwald und Mittelwald.

§ 76. Zwischen beiden Betriebsarten, sowie zwischen diesen und dem Hochwald schieben sich mehrere Uebergangsformen ein, welche sich in verschiedengradiger gegenseitiger Annäherung aussprechen.

So kann man im Niederwald einzelne Oberständer überhalten und gewinnt dadurch, namentlich wenn man einen Teil derselben noch länger als durch den nächstfolgenden Umtrieb stehen läßt, sofort eine mittelwaldartige Form. Eine solche kann für etwaige Betriebsumwandlungen (z. B. Eichenschälwald in Eichenhochwald, bei rückgängigen Rindenpreisen!) von hoher Bedeutung werden.

Oder man läßt im Niederwald an den Wegrändern Hochstämme stehen, bezw. pflanzt daselbst hochstämmig zu erziehende Holzarten (Lärche ꝛc.) an, um wenigstens ein mäßiges Quantum stärkerer Nutzholzsortimente zu erhalten.

Jeder Oberstand im Niederwald schmälert den Ertrag des Schlagholzes, bezw. der Rinde im Schälwald.

Der Mittelwald kann ein hochwaldartiges Aussehen gewinnen oder andererseits mehr nach Art des Niederwaldes beschaffen sein, je nachdem man dem Oberholz eine mehr oder minder umfängliche Beteiligung verstattet. Ist dasselbe ganz oder nahezu geschlossen, so ist der Schritt zum Hochwald ein kurzer, während man, wenn dasselbe mehr und mehr zurücktritt, zu niederwaldartigen Formen kommt.

Die besonderen Umstände des Wirtschaftsbetriebs können Uebergänge nach der einen oder anderen Seite hin rätlich erscheinen lassen.

Drittes Kapitel.

Betriebsumwandlungen.

I. Allgemeines.

§ 77. Unter solchen sind hier natürlich nicht Aenderungen verstanden, welche sich nur auf einzelne Betriebsoperationen (Art der Bestandsbegründung, der Durchforstungen, der Schlagstellung bei der Verjüngung u. s. w.) erstrecken, sondern es handelt sich um solche Maßnahmen, welche eine wesentliche, den ganzen Formcharakter der Bestände begreifende Verschiebung herbeiführen, also um den planmäßigen Uebergang von einer der in den vorigen beiden Kapiteln geschilderten Betriebsarten zu einer anderen derselben.

Veranlassung zur Betriebsumwandlung ist nicht selten gegeben. Ihre Gründe können sehr verschieden sein. Sie liegen beispielsweise vielleicht in veränderten Interessen des Waldbesitzers (Anlage eines Wildparks u. s. w.) oder in der durch Abstraktion oder Erfahrung gewonnenen Ueberzeugung von der höheren Leistungsfähigkeit einer Betriebsart gegenüber der bisher eingeführten (in bezug auf Bodenpflege, Massen- und Wertserzeugung u. s. f.), auch wohl in der Unmöglichkeit, einen Betrieb ferner beizubehalten (durch unabweisbare Streunutzung heruntergekommene Waldungen), vielfach aber auch in veränderten Marktverhältnissen, d. h. in einer durch einen Umschwung auf dem Gebiete der Holzverwertung, des Forstproduktenabsatzes herbeigeführten veränderten relativen Wertschätzung der verschiedenen Betriebsarten. Mithin sind es teils persönliche, teils sachliche Gründe, welche entscheidend werden; letztere oft nur örtlich, manchmal aber mehr allgemein, wie beispielsweise der Einfluß geringerer Absatzfähigkeit des Brennholzes, auswärtiger Konkurrenz u. s. f. Ihren Zielpunkt finden alle bezüglichen Maßregeln in einer die gegenwärtige überbietende Rentabilität, unter Beachtung entweder nur der Verhältnisse des Waldes selbst oder weiter reichender Gesamtinteressen (Landwirtschaft u. s. w.).

Am einschneidendsten wirken solche Umwandlungen, bei welchen eine Aenderung der Holzart und der Betriebsart zugleich in Frage kommen, während sich diejenigen Vorgänge verhältnismäßig einfacher abspielen, welche entweder nur einen Holzartenwechsel oder nur eine Betriebsänderung darstellen (Holzartenwechsel innerhalb der nämlichen Betriebsform gehören nicht eigentlich hierher). Je beträchtlicher zwei in einander überzuführende Betriebsarten in ihrem Gesamtcharakter von einander abweichen, um so schärfer treten die den Uebergang vermittelnden Operationen zu Tage. In vielen Fällen kann nur ein allmähliches Aufgeben des bestehenden Betriebs Platz greifen; wenigstens wird immer dann, wenn größere Wirtschaftsobjekte in betracht kommen, jedes durch starke Sprünge sich äußernde Vorgehen ausgeschlossen werden müssen. Die Gründe hiefür liegen nahe (Rücksichten auf den Holzmarkt, verfügbares Kulturmaterial, erforderliche Arbeitskräfte, nachhaltige Etatserfüllung u. s. w.); hauptsächlich, sobald die Betriebsänderung große Differenzen in der Umtriebszeit (bisherige und einzuführende) herbeiführt und damit im Nachhaltbetrieb sehr verschiedene Holzvorräte (bald größere bald kleinere als bisher) gefordert werden, kann der Uebergang meist nur langsam und unter sorgsamster Abwägung aller denselben begleitenden Umstände bewerkstelligt werden. Immerhin möchte auch von einer allzu weit gehenden Aengstlichkeit ebensosehr abgeraten werden, wie andererseits gewagte Spekulationen unzuläſſig sind. Ohne Entwerfung eines Wirtschaftsplanes lassen sich Umwandlungen in größeren Waldungen nicht mit der wünschenswerten Klarheit und Sicherheit durchführen. Waldbau und Forsteinrichtung haben hier gemeinsam zu operieren. Bei einzelnen Beständen, kleinen Parzellen unterliegt auch ein plötzlicher Uebergang oft nicht dem mindesten Bedenken.

Bereits im ersten Abschnitt und zwar vornehmlich ad IV sind — dort allerdings nur in bezug auf die Wahl der Holzart — viele der Momente hervorgehoben, welche auch hier zu beachten sind. Holzartenwechsel bedeutet häufig zugleich einen Betriebsartenwechsel (z. B. Tanne im Femelbetrieb, — Kiefer im Kahlschlag). Man bittet also, jene Erörterungen für den vorliegenden Fall vergleichen zu wollen.

Wenn nachstehend einige Fälle besonders gekennzeichnet werden, so kann es sich nur um Beispiele, keineswegs um eine irgend erschöpfende Darstellung handeln. Der Maßstab für die Beurteilung ergibt sich aus den angedeuteten allgemeinen Gesichtspunkten.

II. Umwandlungen innerhalb des Hochwaldbetriebs.

Solche haben sich im Walde thatsächlich in erheblicher Ausdehnung vollzogen und werden (teilweise als Rückbildungen zu früheren Zuständen) gerade in den nächsten Jahrzehnten vielleicht in größerem Umfange zu beobachten sein, nachdem neuestens die Beurteilung der verschiedenen Betriebsarten wieder mehr wie je zuvor der Gegenstand der lebhaftesten Erörterungen geworden ist.

Die Extreme sind dargestellt durch den reinen Femelwald und den Kahlschlag.

§ 78. A. Der Kahlschlagbetrieb soll verlassen werden:

1) Uebergang vom Kahlschlag zum Schirmschlagbetrieb.

Derselbe läßt sich, wenn die Holzart beizubehalten ist, in meist sehr einfacher Weise bewerkstelligen, indem man im haubaren oder nahe haubaren Bestand die natürliche Verjüngung (je nach Bedarf unter entsprechender künstlicher Beihilfe) mit ihren verschiedenen Hiebsführungen an Stelle des Kahlhiebs treten läßt. Im einzelnen können sich freilich mannigfaltige Modifikationen des Schemas ergeben. Zusammenfassen mehrerer Jahresschläge zum Periodenschlag wird erforderlich. Aenderungen der Umtriebszeit und im Gefolge davon des Normalvorrats bringt diese Ueberführung nicht grundsätzlich mit sich. Soll die Holzart wechseln, so muß künstliche Kultur (event. durch Unterbau, z. B. Tanne unter Kiefer) eintreten, und die neue Betriebsart kommt erst im folgenden Umtrieb zur Durchführung.

2) Vom Kahlschlag zum Femelschlagbetrieb, femelartigen Betrieb und Femelbetrieb.

Dieser Uebergang vollzieht sich im allgemeinen ähnlich wie der vorbesprochene. An

Stelle gleichmäßiger Behandlung des ganzen Bestandes tritt der Horst oder die Gruppe, wodurch zunächst der Femelschlagbetrieb gewonnen wird. Der Weg von diesem zum femelartigen Betrieb und schließlich zum eigentlichen Femelbetrieb ist leicht zu finden; doch wird man sich zumeist mit Beibehaltung einer der Uebergangsformen begnügen und nicht gerade dem reinen Femelwald zusteuern.

B. Ueberführung des Femelbetriebs in einen schlagweisen Betrieb.

Der betreffende Wirtschaftsplan muß zunächst die Bildung der Schläge (Jahresschläge, Periodenschläge, Hiebszüge 2c. 2c.) vorsehen, wobei die jeweilige Beschaffenheit der Femelbestände (meist verschiedenartige Beteiligung und räumliche Gruppierung der Altersklassen!) zumal für die Uebergangszeit besonders zu beachten ist, damit der neue Zustand nicht mit zu großen Opfern erreicht wird: zuwachsärmste Teile, solche mit dem höchsten Durchschnittsalter kommen, soweit es die Schlagfolge zuläßt, in erster Linie zur Behandlung; inzwischen muß der Gang der Durchforstungen in den übrigen Teilen auf eine Minderung der Altersunterschiede abheben.

C. Uebergang vom Schirmschlag zum Femelschlag und umgekehrt.

1) Schirmschlag zum Femelschlag wird erreicht, indem man die Verjüngung nicht gleichmäßig über die ganze Bestandesfläche hin einleitet und durchführt.

2) Vom Femelschlag zum Schirmschlag gelangt man durch allmähliches Verschwindenlassen der durch Altersunterschiede gekennzeichneten Gruppen und Horste.

D. Uebergang zum Kahlschlag.

Derselbe gründet sich stets auf die Abgrenzung von Schlagflächen, deren Bestände kahl abgetrieben werden.

Daß fast alle diese Umwandlungen sich nicht ohne mancherlei Opfer in der Uebergangszeit vollziehen lassen, insbesondere darin bestehend, daß vielfach Bäume und Bestände schon vor oder erst nach ihrer Hiebsreife genutzt werden, leuchtet ein. Es ist die Aufgabe des Wirtschafters (übrigens vornehmlich auf dem Gebiete der Forsteinrichtung belegen), diese Verluste auf das geringste Maß zu beschränken.

III. Der Hochwaldbetrieb wird aufgegeben.

§ 79. A. Uebergang zum Niederwald:

In den weitaus meisten Fällen ist die Holzart des Hochwaldes nicht schon diejenige des Niederwaldes. Künstliche Bestandesbegründung nach voraufgegangener Abräumung des vorhandenen Bestandes bewirkt die Ueberführung, eventuell nach einer Schlageinteilung, sofern man nicht den aussetzenden Betrieb einführen will. Soll insbesondere ein jährlicher Nachhaltbetrieb entstehen, so braucht man u Schläge, welche dann successive in u Jahren umgewandelt werden. Ob sich in dieser Zeit wirklich schon die ganze Umwandlung beendigen läßt, hängt übrigens sehr von der Beschaffenheit des Hochwaldes ab, sofern man den Abtrieb noch unreifer Hölzer thunlichst zu verzögern hat, um nicht ungerechtfertigte wirtschaftliche Verluste herbeizuführen.

Ist die gewünschte Holzart schon vorhanden (Eiche, Erle), so kann unter günstigsten Verhältnissen die künstliche Kultur ganz entfallen, und man sich auf die Benutzung der Ausschläge beschränken. Doch wird meist künstlicher Anbau wenigstens mithelfen müssen.

Als besonders interessanter Fall kann die Ueberführung des Hochwaldes (in specie Kiefer) in zahme Kastanie aufgeführt werden, wie er sich eben vielfach in den Vorbergen der Pfalz vollzieht: Löcherhiebe mit nachfolgender Pflanzung gewähren dann der Kastanie wohlthätigen Seitenschatten [183].

B. Uebergang zum Mittelwald:

Erfolgt, soweit das Unterholz in Betracht kommt, im Ganzen nach gleichen Grundsätzen wie ad A. Wie rasch sich die einzelnen Oberholzklassen in der erforderlichen Art

183) Vergl. die im 2. Abschn. 4. Kap. ad I, 12 (§ 48) citierten Aufsätze von Osterheld.

(nach Holzart, Menge, Verteilung u. s. w.) herstellen lassen, ist wiederum von der Holzartenbeteiligung und der Betriebsform (gleichalterig oder ungleichalterig) im Hochwald abhängig. Uebergang unter Umständen durch allmählich zu regulierenden Beschirmungsgrad; Belassen gesunder, entwickelungskräftiger, möglichst standfester Bäume der geeigneten Holzarten; meist auch hier Beihilfe besonderer Kultur behufs zweckentsprechender Ergänzung des Oberholzes.

IV. Niederwald oder Mittelwald ist in Hochwald überzuführen.

§ 80. A) Niederwald:

Die Verschiedenheit der Umtriebszeit bedingt es, daß im Niederwald, der in einen Hochwald-Nachhaltbetrieb übergeführt werden soll, bedeutende Holzvorratsmassen angesammelt werden müssen, damit der der gewählten Umtriebszeit entsprechende Normalvorrat des Hochwaldes hergestellt werde. Das Minimum an Zeit, welches hiezu erforderlich ist, wird bestimmt durch die Größe des Gesamtzuwachses auf der Waldfläche und die Voraussetzung, daß man mit dem Hieb so lange vollständig aussetzt, bis jenes Ziel erreicht ist. Abgesehen davon, daß ein solches Vorgehen kaum je im Interesse des Waldbesitzers liegen wird, erhält man dadurch auch längst noch keinen normalen Hochwald, sondern zunächst einen, der bisherigen Niederwaldwirtschaft mit dem Umtrieb u entsprechend, aus u Beständen (in 1jähriger Altersstufendifferenz) zusammengesetzten Wald, der dann weiterhin, wenn gewünscht, dem Normalzustand zugeführt werden kann. Beibehalten der Holzart wäre dabei unterstellt. Läuterungen und Durchforstungen hätten dafür zu sorgen, daß in den heraufwachsenden Beständen die Stockausschläge allmählich auf die dem Hochwald zukommende Stammzahl vermindert würden.

Meist werden zunächst mittelwaldartige Formen als Uebergangsstadien gewählt, indem beim Hieb je eine größere Anzahl von Laßreiteln übergehalten und so allmählich der Hochwald-Vollbestand angebahnt wird.

Muß ein teilweiser oder vollständiger Holzartenwechsel eintreten, so ist künstlicher Anbau erforderlich: Einpflanzen stärkerer Exemplare nach dem Abtrieb des Stockschlages, vielfach zweckmäßig in Gruppen und Horsten, mit nachfolgender sorgsamer Schlagpflege (hauptsächlich gegen das Vordrängen neuer Stockausschläge gerichtet), wenn ein Mischbestand erzielt werden soll; — auch wohl Stockroden nach dem Abtrieb und vollständiger Neuanbau der Fläche, wobei man dann allerdings zu einer Kahlflächenkultur gelangt. Die Modifikationen der Durchführung sind überaus zahlreich.

B) Mittelwald[184]).

Soll ein solcher in einen Hochwald-Schlagbetrieb übergeführt werden, so ist es, je nach der Art und Beschaffenheit des Oberholzes, oft weniger die Menge, als die Verteilung der verfügbaren Holzmasse, welche geändert werden muß. Jede normale Betriebsklasse des schlagweisen Hochwaldbetriebs zeigt weit erheblichere Altersunterschiede ihrer Bestände, als sie im Mittelwald von Schlag zu Schlag vorhanden sind, wo sich alle analogen Glieder (Unterwuchs, einzelne Oberholzklassen) zweier in der Schlagfolge benachbarter Bestände je nur um 1 Jahr im Alter verschieben, so daß das Maximum des Unterschieds zweier Bestände gleich dem Unterholzumtrieb ist. Man wird der normalen Altersstufenordnung des Hochwaldes nur so allmählich sich nähern, als es bei möglichst vorteilhafter Benutzung der verfügbaren Bestände erlaubt ist, damit die kritische Zeit der Ueberleitung keine Verluste bringt, welche den durch die ganze Manipulation erhofften wirtschaftlichen Gewinn in Frage stellen. Vermehrung des Oberholzes, Zurückdrängen des Schlagholzes

184) Zu vergl. u. a. Böhme, „Ueberführung des Mittelwaldes in Hochwald" (Forstw. Centralbl. von 1885, S. 332 ff.), woselbst für verschiedene Mittelwaldkategorien Spezialregeln angegeben werden. — Im sächs. Forstverein stand 1882 die Umwandlung rückgängiger Mittelwaldungen in Hochwald zur Debatte.

ist allgemein erforderlich; im Oberholz unter Umständen, damit die Altersstufenfolge des Hochwalds angebahnt wird, flächenweise getrennt, Begünstigung teils der älteren, teils der mittleren und jüngeren Oberholzklassen; entsprechende Verteilung der Fällungen; dabei Ergänzung durch Einpflanzung u. s. w.

Ist zugleich ein vollständiger Holzartenwechsel beabsichtigt, so kann man möglicherweise mittelst Kahlhieben und Blösenanbau, je nach Umständen auch mittelst Unterbaues nach vorheriger entsprechender Schlagstellung vorgehen. Daß der Uebergang zu einem Schattenholz (z. B. Tanne) im allgemeinen nur auf letzterem Wege bewirkt wird, ist selbstverständlich.

Viertes Kapitel.

Die Betriebsarten und die einzelnen Holzarten.

Soweit die Maßnahmen der Bestandesbegründung mit der Betriebsart im Zusammenhang stehen, finden sich die erforderlichen Andeutungen nebst Litteraturnachweisen schon im 4. Kapitel des zweiten Abschnitts.

I. Laubhölzer.

§ 81. 1) **Rotbuche**: Dieselbe ist ausgesprochene Hochwald-Holzart. Erscheint sie auch häufig im Mittelwald, sowie da und dort im Niederwald, so kann doch wegen ihrer verhältnismäßig geringen Reproduktionskraft keiner dieser beiden letztgenannten Betriebe auf sie als Hauptholzart gegründet sein. Als Oberholzbaum im Mittelwald ist die Rotbuche überdies zu dichtkronig.

Im Hochwald findet sich die Rotbuche (Umtriebszeit gewöhnlich 100—120 Jahre, Haubarkeitsdurchschnittszuwachs auf mittlerem Standort 4—6 Fm. pro ha) meist im Schirmschlag- auch wohl im Femelschlagbetrieb, im reinen Bestand sowohl, als in Mischbeständen. Reine oder annähernd reine Bestände, welche bis zu dem durch die Konkurrenz der Steinkohle herbeigeführten Rückgang in der Wertschätzung des Brennholzes vielfach Wirtschaftsziel waren, können dies heute nicht mehr sein, da, selbst wenn sich für Buchennutzholz noch neue, umfängliche Verwendungsarten finden oder bereits bekannte sich als ausdehnungsfähig erweisen sollten, doch thatsächlich kaum ein besonders hohes Nutzholzprozent bei der Verwertung reiner Buchenbestände von größerer Ausdehnung herausspringen wird, weil eben jene Verwendungsarten (gebogene Möbel, Holzpflaster u. s. w.) doch nur einen im Vergleich zur Gesamtmassenerzeugung im Buchenwalde nicht sehr erheblichen Bedarf bedingen. In Gegenden, welche von den großen Kohlenlagern weiter entfernt sind, hat Buchenbrennholz natürlich noch einen besseren Absatz. Jedenfalls bleibt der Buche unbestritten der Vorzug eines trefflichen Einflusses auf den Boden, so daß einer irgend einseitigen Verdrängung derselben entschieden widerraten werden muß [185]), wenn auch gegen eine wohl erwogene örtliche Einschränkung ihres Gebietes nichts eingewendet werden kann. Sie bleibt Hauptholzart im gemischten Bestande, sei es als eigentlich bestandesbildend, sei es als höchst schätzbares Unterholz im Unterbau- und Lichtungsbetrieb. Zum Ueberhaltbetrieb ist die Buche wenig geeignet (breite Krone, stark beschattend, Rindenbrand ꝛc); besondere Starkhölzer können, von höheren Umtrieben abgesehen, z. B. im zweihiebigen Hochwald oder im v. Seebach'schen Betrieb erzogen werden.

---

185) Namentlich sollte mit Umwandlung in Nadelholz, bes. Fichte eine gewisse Vorsicht walten, weil Ueberführung des Marktes mit geringeren Nadelholzsortimenten (Hopfenstangen aus den Durchforstungen ꝛc) zu befürchten ist. — Man vergl. auch die umfängliche Litteratur der letzten 10 Jahre, so u. a. die Verhandlungen der Wildbadener Forstversammlung von 1880, sowie des württemb. Forstvereins zu Kirchheim u. d. Teck 1884; ferner Aufsätze von Urich (Zeitschr. f. F. u. Jw. 1880 S. 652), Kraft (Tharand. Jahrb. 1880 S. 154), Wimmenauer (Allg. F. u. J.Z. 1880 S. 1), Schuberg (Forstw. Centralbl. 1880 S. 21 u. S. 269), Guse (das. S. 245).

2) Eiche: im Hochwald, Niederwald und Mittelwald, auch ab und zu als Schneitelstamm.

a) Hochwald: Wegen der überaus schätzbaren Nutzholzeigenschaften der Eiche ist das allgemeine Streben dahin gerichtet, sie in möglichst großen Mengen nachzuziehen, was teils im reinen, teils im gemischten Bestande geschieht. Die Traubeneiche bildet meist längere geradere Schäfte, ist aber nicht für alle Zwecke gleich geschätzt wie die Stieleiche.

Eichenzucht im (anfänglich wenigstens) reinen Bestande durch ganze Abteilungen hin erfolgt meist mittelst Kahlschlags, oft unter Anwendung des Waldfeldbaues. Da sich die Eiche schon im angehenden Stangenholzalter meist stark zu lichten beginnt, muß sie unterbaut werden (cfr. Dritter Abschnitt, 5. Kap. C). Umtriebszeit 120—160 Jahre, je nach der Art des Holzabsatzes. Die Durchforstungen liefern viele treffliche geringere Nutzhölzer (Grubenholz ꝛc.). Lichtungszuwachs am dominierenden Bestand.

Im Mischbestande erscheint die Eiche in verschiedener Gestalt (vergl. erster Abschnitt, III, B, 3). Von Einzelmischung wollen viele absehen; außerdem erscheint der Femelschlagbetrieb, durch Schaffung vorwüchsiger Eichenhorste, am geeignetsten, die Erhaltung der Mischung zu sichern.

Ueberhalt in einen folgenden Umtrieb wird zur Erzielung besonders starker Stämme gewählt; doch ist dabei mit Vorsicht zu verfahren, damit nicht plötzliche Freistellung einen Rückgang des Wachsthums bei den Oberständern (Wasserreiser, Zopftrocknis, zu starke Kronenausbreitung ꝛc.) bewirkt. Gruppenweiser Ueberhalt mit Bodenschutzholz in der Gruppe zu beachten!

b) Mittelwald: Derselbe wird ebenfalls zu reichlicher Eichennutzholzzucht verwendet. Die Mittelwaldeiche liefert auf kräftigem frischem Boden (besonders in den Auwaldungen der Flußniederungen) oft hervorragend wertvolle Sortimente (breite Jahresringe; zwar oft nicht sehr hochschaftig, aber viele figurierte Hölzer), weshalb die Bestandespflege auch hier der Eiche besondere Sorgfalt zuwenden sollte. Die Rentabilität eines Mittelwaldes ist meist ganz wesentlich durch die Zahl der vorhandenen Eichenoberständer bedingt.

c) Niederwald: Eichenschälwald insbesondere. Stieleiche und Traubeneiche für den Betrieb passend (örtlich bald die eine, bald die andere höher geschätzt), doch sollten beide (wegen ungleichzeitiger Entwickelung — vergl. Fribolin „der Eichenschälwald", S. 35) nicht im nämlichen Schlage stehen. Umtrieb meist 15—20 Jahre. Abtrieb in der Saftzeit (besondere Fälle: der Hackwaldbetrieb im Odenwald und den Siegener Haubergen — vergl. 2. Abschn. 4. Kap. I, 2), Läuterungshieb im ca. 8-jährigen Bestand (Entfernung unerwünschter Schlaghölzer, überflüssiger Lohden, bes. der sog. Schleifreiser), Durchforstung einige Jahre vor dem Abtrieb behufs kräftigerer Entwickelung der stehenbleibenden Lohden und Bildung reichlicherer und wertvollerer Rinde. Nachbesserung (Schlaglücken, Ergänzung abgestorbener Stöcke u. s. w.) womöglich schon bei der Durchforstung, damit die Kernpflanzen einen Vorsprung erhalten, hauptsächlich durch Stummelpflanzen (vielfach je 3 Stück im Dreieck gesetzt — Odenwald). — Normale Schälwalderträge [186]) auf gutem Standort beim Abtrieb pro ha etwa 80—100 Ztr. Rinde (steigt bis 130, ja 150 Ztr.) und etwa 30 fm Schälholz nebst 10—15 fm Raumholz.

Bei Neubegründung eines Schälschlags durch künstlichen Anbau sind die Erträge des (zu verlängernden) ersten Umtriebs natürlich wesentlich geringere als die normalen, welch letztere auch in den beiden folgenden Umtrieben noch nicht erreicht werden.

3) Hainbuche: als Holzart des Hochwaldes und Mittelwaldes. Im Hochwald

186) cfr. u. a. Neubrand, „Die Gerbrinde", S. 168 ff., sowie: Walther, „Mittheilungen über Eichenschälwalderträge aus der hess. Oberförsterei Alzey. Zur Versammlung des hess. Forstvereins in Bingen 1885.

dem übrigen Laubholz (weniger dem Nadelholz) als Mischholz beigesellt, oft in so reichlicher Einsprengung, daß ein Einschreiten erforderlich werden kann, namentlich gegen die Zeit der Bestandesverjüngung hin, damit nicht demnächst im Jungwuchse die Hainbuche zu vordringlich wird. Als Brennholz und als Nutzholz (besondere Härte) geschätzt, läßt schon vom 60ten bis 80ten Jahre an in der Regel im Zuwachs rascher nach als andere Laubhölzer (Rotbuche, Esche 2c.), weshalb ihr frühzeitigerer Aushieb um so unbedenklicher ist. — Im Mittelwald gutes Ausschlagsholz; auch im Oberstand (jedoch nicht zu reichlich) zuzulassen. Besonderer Pflege bedarf die Hainbuche kaum. — Gelegentlich als Kopfholzbaum auf Viehtriften.

4) Esche: im Hochwald und als Oberholz im Mittelwald, in beiden Fällen sehr geschätzt als Nutzholz; auch wohl Schneitelbaum (häufig im Gebirg, wie in den Alpen, zur Futterlaubgewinnung). Nicht oder nur ausnahmsweise (auf kleinen feuchteren Partien) in reinem Bestand. Gefährdung durch Wildschälen, Frost 2c. — Besonders günstig in Mischung mit der Buche (namentlich auf Kalkböden), mithin zumeist im Schirmschlagbetrieb.

5) Ulme: in den gleichen Betriebsformen auftretend wie die Esche (doch andere Bodenansprüche); sehr geschätztes Mittelwald-Oberholz (Auwaldungen).

6) Ahorn: hauptsächlich im Hochwald, in Mischung mit anderen Laubhölzern (z. B. Buchenbestände der Juraformation mit oft reichlicher Ahornbeimischung).

7) Erle: im Hochwald (nassere Partien, dann meist rein), sowie als Stockschlag (25—30jährig. Umtrieb); auch als Oberholzbaum an passenden Stellen des Mittelwaldes.

8) Linde: Hochwald und Mittelwald.

9) Prunus-, Pirus-, Sorbus-Arten: eingesprengt im Hochwaldbestand, an Wegrändern (hier bes. Sorbus aucuparia), auch als Oberholz im Mittelwald. Großenteils als gute Nutzhölzer zu begünstigen, event. bei den Durchforstungen zu berücksichtigen; doch waldbaulich ohne große Bedeutung, sofern die Nachfrage immerhin eine beschränkte ist.

10) Birke: meist im Hochwald-Mischbestand, doch im Mittelwald nicht ausgeschlossen. Als Nutzholz (Geschirrhölzer) und als Brennholz geschätzt. Findet sich auch als Schneitelstamm (Besenreisig). Frosthart, weshalb und wegen der leichten Belaubung oft als Schutzholz zum Vorbau begehrt. Gruppenweises Vorkommen führt leicht zu frühzeitiger Bestandesdurchlichtung, deshalb Beschränkung angezeigt; ebenso ist Vorsicht im Zusammenleben mit Nadelhölzern geboten. Die Birke ist in den meisten Waldgebieten Deutschlands nicht eigentlich mitbestimmend für den Betrieb, sondern nur von sekundärer Bedeutung. Fehlen sollte sie aber möglichst nirgends.

11) Falsche Akazie: waldbaulich meist nur als Ausschlagsholz von Belang, an Böschungen zur Befestigung, doch auch auf herabgekommenen Böden als eigentlicher Bestand, z. B. in Mischung (horstweise) mit der zahmen Kastanie[187]) u. s. w.

12) Zahme Kastanie[188]): in Deutschland nur hie und da als Hochwald; meist als Niederwald mit etwa 15jährigem Umtrieb. Empfindlich gegen Streunutzung. Sonst auf geeignetem Standort — (mildes Klima, der Rebe entsprechend, freier luftiger Stand, sonnig, nicht zu warm, östliche Lage der Vorberge, nördliche Hänge zu wenig Sonne, westliche und südliche zu trocken, Kalipflanze, bes. auf granitischen Böden, auch thonhaltige Kalkböden u. a., tiefgründig und locker, nicht naß, kein Lettenboden) — bedeutender Zuwachs (bis 14 und 16 fm pro Jahr und ha). Einmalige Durchforstung im Alter des Bestandes von 7—10 Jahren.

13) Pappeln: meist im Hochwald, doch für die Betriebsart nicht entscheidend.

14) Weiden: im Kopfholzbetrieb (Flußniederungen), sowie im Niederwald (Weidenheeger), oft mit nur 1jährigem Umtrieb (feinste Flechtruten). Sorgfältige Bodenpflege,

187) vergl. Kaysing, Der Kastanienniederwald S. 31 ff.
188) vergl. u. a. Kaysing a. a. O.

Sicherung gegen Unkraut. Wenn nach ca. 15—18 Jahren eine Anlage im Ertrag zurückgeht, so liegt dies weniger an Bodenerschöpfung, als an der in jeder Nutzung zu erblickenden andauernden Mißhandlung (trotz rationellsten Schnittes) der Stöcke. Sehr hohe Reinerträge. Frische Böden durchschnittlich am besten, keineswegs nasse. Einzelne Weiden (z. B. Salix caspica) auch sehr gut auf einigermaßen mineralisch kräftigem Sand.

15) Schlaghölzer im Mittelwald: als solche mögen insbesondere für viele Auewaldungen Viburnum, Lonicera, Cornus, Prunus, Crataegus u. a. m. neben den bereits aufgeführten Mittelholzarten hier erwähnt sein, weil dieselben oft sehr gut verwertbare Kleinnutzhölzer liefern. Abtrieb derselben oft alle 5—8 Jahre. Besondere Pflege findet meist nicht statt.

II. Nadelhölzer.

Die wesentlichsten Thatsachen sind bereits in den früheren Abschnitten enthalten, weshalb man sich hier, mehr nur rekapitulierend, auf kurze Andeutungen beschränken kann.

§ 82. 1. Tanne. Dieselbe ist, wie alle Nadelhölzer, ein Baum des Hochwaldes. Höchstens im Mittelwald findet sie da und dort in ganz beschränktem Maße eine Stelle, durch Pflanzung einzeln oder in Gruppen dem sonstigen Oberholze beigesellt. Im Hochwald wird sie im Femelbetrieb, Femelschlag- und Schirmschlagbetrieb und den Zwischenformen dieser Betriebe behandelt, während sie den Kahlschlag als Betriebsform wegen ihres Schattenbedürfnisses in der Jugend allgemein nicht zuläßt. Wo Tannenkahlschläge gleichwohl geführt werden, sind dieselben Notbehelfe in Folge von Betriebsstörungen, vorübergehende Maßregeln, nicht aber Wirtschaftsprinzip. Wie schon früher hervorgehoben wurde (z. B. § 75, sowie 2. Abschn. 4. Kap., II, 1), führen gewisse Eigenartigkeiten der Tannenwirtschaft (reichliche Ansamung unter noch geschlossenem Kronendach, Zählebigkeit, Bildung von Vorwüchsen, Aushieb von Krebstannen 2c.) naturgemäß zu ungleichartigen, mehr femelartigen Beständen im Gegensatz zum durchweg gleichmäßig gestellten Schirmschlag. Die Umtriebszeit ist meist auf 100—120 Jahre festgesetzt. Haubarkeits-Durchschnittszuwachs auf mittlerem Standort 7—9 Festmeter; die durchschnittliche Höhe solcher Bestände beträgt in jenem Alter 25—30 Meter; die Durchmesser sind, je nach der Art der Wirtschaftsführung, überaus wechselnd; immerhin werden besondere Starkhölzer, Stämme von 50 und mehr cm Mittenstärke, auch da, wo frühzeitig auf Lichtungszuwachs abgehoben wird, meist erst in längerer Zeit (mit 140—160 Jahren) produziert: die femelartigen Betriebsformen bieten beste Gelegenheit, Stämme zu diesem Zweck länger im Bestande zu belassen; im regelmäßigen Schirmschlag müßte man die Umtriebszeit entsprechend erhöhen oder zu einer ausgesprochenen Ueberhaltform übergehen. In welchem Umfange die Anzucht dieser hervorragend starken Hölzer rätlich erscheint, ist Sache lokaler Erwägung, d. h. der Rentabilität, deren Bemessung sich auf den Holzmarkt, bezw. die Holzpreise stützt.

Die Tanne kommt in ausgedehnten reinen Beständen, sowie in verschiedenen, zum Teil hervorragend wertvollen Mischungen vor, worüber im 1. Abschn. III, B, 3 das Nötige bemerkt ist.

2. Fichte. Ebenfalls zunächst Hochwald-Holzart, jedoch im Oberholz des Mittelwaldes nicht ausgeschlossen. Von der Tanne unterschieden (hinsichtlich der für die Wahl der Betriebsart hauptsächlich in Frage kommenden Momente) besonders durch das abweichende Verhalten in der Jugend: raschere Entwickelung in den ersten Jahren, dabei größeres Lichtbedürfnis und dementsprechend geringere Ausdauer im Schirmdruck, wesentlich geringere Gefährdung durch Frost und Hitze, wodurch die Möglichkeit des Anbaues auf der Kahlfläche bedingt ist (vergl. 2. Abschn. 4. Kap. II, 2). Dazu kommt noch die größere Gefährdung durch Sturm und auch durch Schneedruck. Man findet die Fichte in allen Hochwaldbetriebsformen, von der extremen Kahlschlagwirtschaft bis zum eigentlichen Femelwald. Für den in vorderen Abschnitten mehrfach berührten Kampf pro und contra Kahlschlag, bezw. Femelbetrieb, Fe-

melschlag oder Schirmschlag bildet die Fichte das hauptsächlichste Objekt. Man muß einräumen, daß der Kahlschlagbetrieb an vielen Orten und in weitestem Umfange sehr gute Erfolge aufzuweisen hat, so daß man letzteren gegenüber höchstens behaupten kann, mit natürlicher Verjüngung würde man unter den gegebenen Verhältnissen noch weiter gekommen sein. Andererseits wäre es eine scharfe Uebertreibung, wollte man im Kahlschlag mit nachfolgender künstlicher Bestandesbegründung allgemein und ohne Einschränkung die beste Fichtenwirtschaft erblicken. Die Sicherung gegen Stürme läßt sich zwar durch eine sorgsame Hiebsführung im Kahlschlagbetrieb vielleicht am vollständigsten erreichen, aber die Belastung der Bestände durch den Kulturaufwand, welchen der Kahlschlag erfordert, ist, in Verbindung mit dem oft bedenklichen Einfluß desselben auf den Boden, genügende Veranlassung, der natürlichen Verjüngung des Fichtenbestandes ihr Recht zu wahren. Will man dieselbe anwenden, so sind Schirmschlag- und event. Femelschlagbetrieb in erster Linie zu wählen, soweit es sich überhaupt noch um einen Wirtschaftswald handelt, während für die eigentliche Femelform die Fichte weit weniger paßt als die Tanne. In schutzbedürftigen Hochlagen ist der Kahlschlag oft ganz ausgeschlossen. Ueberhaupt hängt die Entscheidung zwischen den im allgemeinen möglichen Betriebsformen ganz wesentlich von der Oertlichkeit ab. Frische Böden sind meist der natürlichen Besamung günstig, Frostgefahr drängt ebenwohl zur Beschirmung der Jungwüchse durch Mutterbäume. Die Nachteile, welche dem Kahlschlagbetrieb anhaften können, werden durch zahlreiche Anhiebsorte, d. h. kleine Schläge auf ein Minimum reduziert. Umtriebszeit 80—120 Jahre, Ertragsverhältnisse ähnlich wie bei der Tanne; doch sind schwächere Sortimente der Fichte weit besser verwertbar (Hopfenstangen, Papierholz, geringe Baustämme), weshalb auch niedrigere Umtriebszeiten örtlich noch sehr wohl zuläßig sein können. Ueberdies beeinflußt dieser Umstand nicht selten den Durchforstungsbetrieb. Die Bedeutung der Fichte als Mischholzart ist früher erörtert.

3. Gemeine Kiefer. Auch bei dieser Holzart ist die Wahl der Betriebsart ziemlich gleichbedeutend mit der Art der Verjüngung (cfr. 2. Abschnitt, 4. Kap. II, 3). In der Konkurrenz zwischen Kahlschlag und Schirmschlag hat im großen Ganzen der Kahlschlag gesiegt, doch wird Rückkehr zum Schirmschlag vielenorts angebahnt, nachdem die Erfolge des Kahlhiebs zum Teil zweifelhafte waren. Der eigentliche Femelbetrieb kommt kaum in Betracht. Umtriebszeit sehr wechselnd, von 50 und 60 bis zu 100 und 120 Jahren, vom Standort weniger beeinflußt, als vom Wirtschaftszweck, der Absatzgelegenheit u. s. w.; nur daß höhere Umtriebe auf geringen Böden wegen der frühzeitigen natürlichen Auslichtung meist versagen. Auf besseren Böden mit und ohne Unterbau, event. Ueberhaltbetrieb zur Erzeugung von Starkhölzern. Mittlere Leistung des geschlossenen Hochwaldes 4—5 fm Durchschnittszuwachs im 80- bis 100jährigen Umtrieb; mittlere Höhe ca. 20—25 Meter.

4. Schwarzkiefer der gemeinen Kiefer analog im Hinblick auf die Betriebsform.

5. Weymuthskiefer und

6. Lärche bieten bezüglich der Betriebsart keine Besonderheiten, welche sich nicht direkt aus dem über deren Verjüngung Gesagten ergäben.

Register

zu

Handbuch der Forstwissenschaft.

I. Band, 1. und 2. Abteilung und II. Band.

Sachregister.

Die römischen Zahlen (I. II mit beigeschriebenem Index) bedeuten den Band, bezw. Teil des Bandes, die arabischen Zahlen die Seite.

A.

Aale I, 2 534, 557.
Aalhamen I, 2 601.
Aalkörbe I, 2 602.
Aalschnur I, 2 613.
Aasjägerei I, 2 521.
Abbachung I, 1 520.
Abfangen I, 2 522.
Abfindung in Geld II 540.
— in Wald II 540.
Abies excelsa I, 1 422.
— Nordmaniana I, 1 421.
— pectinata I, 1 420.
Abietineae I, 1 419.
Abkommen I, 2 521.
Ablaß I, 2 220.
Ablegen I, 2 503.
Ableger I, 1 562.
Ablösung der Servituten II 534.
Ablösungsbetrag II 536.
Abnutzungstabelle II 288.
Absatz II 439.
Abscherungsfestigkeit I, 2 149.
Abschuß-Etat I, 2 485.
Abschwemmungen II 417.
Absenker I, 1 571.
Absolute Formzahl II 140.
Absorptionserscheinungen i. Boden I, 1 270.
Absprung I, 2 460
Abteilungen II 291.
Abtragen I, 2 503.
Abtragskörper I, 2 316.
Abtriebsnutzung, Veranschlagung II, 298, 304.
Abwachsteiche I, 2 583.
Abwerfen I, 2 452.
Acer californicum I, 1 469.
— campestre I, 1 468.
— dasycarpum I, 1 468.
— monspesulanum I, 1 468.
— negundo I, 1 469.
— platanoides I, 1 467.
— pseudoplatanus I, 1 467.
Achillea I, I 512.
Aconitum I, 1 459.
Adler I, 2 472.
Adlerfarn I, 1 403.
Adoxa I, 1 510.
Aecidiomycetes I, 1 367.
Aecidium columnare I, 1 373.
— elatinum I, 1 374. I, 2 76.
Aesche I, 2 541.
Aesculus hippocastanum I, 1 469.
Aesen I, 2 455.
Agaricus-Arten I, 1 391.
Agaricus melleus I, 1 377. 394. I, 2 74.
Agrostis I, 1 432.
Ahorn, Arten I, 1 466.
— Betriebsarten I, 628.
— Verjüngung desf. I, 1 573.
Ahornkeimlingspilz I, 1 359.
Aira I, 1 432.
Ajuga I, 1 505.
Akazie, falsche I, 1 492.
— Betriebsarten I, 1 628.
— Verjüngung ders. I, 1 574.
Aland I, 2 552.
Alemanns Samenhütte I, 2 251.
Algen I, 1 334.
Algenpilze I, 1 340.
Allium I, 1 429.
Alluvium I, 1 290.
Alnus glutinosa I, 1 437.
— incana I, 1 438.
Alopecurus I, 1 432.
Alpenköhlerei I, 2 414. 419.
Alpenrose I, 1 496.
Altersklassen, Größenverhältnis der II 254.
— Verteilung der II 258.
— methode II 346.
— verhältnis, normales II 239. 253.
Altersermittelung, allgem. II 182.
— von Beständen II 185.
— von Einzelstämmen II 182.
Alttier I, 2 451.
Amelanchier I, 1 489.
Amentaceae I, 1 436.
Amtsgenossenschaft II 555.
Andromeda I, 1 496.
Anemone I, 1 459.
Anéroid I, 2 292.
Angelica I, 1 475.
Ankohlen I, 2 389.
Annehmen I, 2 459.
Anschneiden I, 2 516.
Anschweißen I, 2 455.
Ansitz I, 2 487.
Anspringen I, 2 462.
Anstaltswald II 487.
Anstand I, 2 487.
Anstreichen I, 2 388.
Antheridien I, 1 329.
Anthoxanthum I, 1 432.
Anweisung der Holzhauer I, 2 212.
Anzeigepflicht bei Feuer II 574.
Anzucht der Pflanzen I, 1 563.
Apfelbaum I, 1 487.
Apportieren I, 2 508.
Aquifoliaceae I, 1 470.
Araucaria I, 1 419.
Arbeit auf den Schweiß I, 2 504.
— in der Forstwirtschaft II, 433.
— menschliche in den Forsten I, 1 80.
Arbeitsgelegenheit I, 1 534.
— kräfte II 383.
— teilung und Vereinigung II 385.
— vergebung beim Wegbau I, 2 372.
Arctostaphylos I, 1 496.
Aristolochia I, 1 493.
Arnica I, 1 513.
Arum I, 1 430.
Arundo I, 1 432.
Asarum I, 1 493.
Aschaffenburg I, 1 96.
Aschenbestandteile I, 1 60.
— gehalt der Waldbäume I, 1 307.
Asilus I, 2 20.
Asperula I, 1 508.
Aspidium I, 1 403.
Astholz, Kubierung desf. II 112. 146.

Astholzstreu I, 2 277.
Astragalus I,1 492.
Atriplex I, 1 457.
Atropa I, 1 503.
Auergeflügel I, 2 461.
Aufastung, Ausdehnung I, 600.
— Ausführung I, 1 599.
— Begriff I, 1 597.
— Erfolg I, 1 599.
— Instrumente I, 1 599.
— Kosten I, 1 600.
— Zeit I, 1 599.
— Zweck I, 1 597.
Aufbewahren der Pflanzen I, 1 568.
Aufbewahrung der Hölzer I, 2 242.
— der Holzsamen I, 2 251.
Aufbrechen I, 2 471.
Aufforstungen im Gemeindewald II 499.
Aufforstungsgebot II, 465.
Aufsaugungsvermögen d. Holzes I, 2 138.
Aufsetzen I, 2 452.
Aufstehen I, 2 464.
Aufstieben I, 2 464.
Aufstieg, kapillarer des Wassers I, 1 226.
Auftragskörper I, 2 316.
Augit I, 1 257.
Augsproß I, 2 451.
Ausbildung, theoretische I, 1 94.
— praktische I, 1 111.
Ausfrieren I, 2 60.
Ausfällungen bei d. Verwitterung I, 1 267.
Ausformung des Holzes I, 2 219.
Ausheben der Pflanzen I, 1 567.
Ausjätungen I, 1 582.
Auskluppieren II 155.
Auslage I, 2 453.
Auslagerung d. Karpfen I, 2 588.
Ausländische Holzarten I, 1 535.
Auslaugen d. Holzes I, 2 387.
Ausläuterungen I, 1 582.
Auslichtungsschlag I, 1 548.
Ausriß I, 2 490.
Ausscheidung, natürliche I, 1 585.
Ausschlag-Verjüngung I, 1 550.
Ausschlagswaldungen I, 1 612, 617.
Aussetzender Betrieb II 238.
Auftkörbe I, 2 603.
Auszugshauungen I, 1 600.
Avena I, 1 432.
Axt I, 2 218.

B.

Bache I, 2 458.
Bachforelle I, 2 539.
— neunauge I, 2 566.
Ballenlose Pflanzen I, 1 562.
Ballenpflanzen I, 1 562.
Balsaminaceae I, 1 466.
Balze I, 2 461.
Bannforst I, 1 145. 157.
Bannlegung II 477.
Bär I, 2 469.
Barbe I, 2 551.
Bäreneisen I, 2 528.
Bärentraube I, 1 496.
Bärlapp I, 1 405.
Barsche I, 2 525. 560.
Bartflechten I, 1 368.
Bartgrundel I, 2 555.
Basalt I, 1 281.
Basidiomycetes I, 1 376.
Bast I, 2 453.
Bau I, 2 470.
Baubetrieb I, 2 372.
Bauchpilze I, 1 396.
— Weichflosser I, 2 527.
Baugeschäfte II 361.
— holz I, 2 186.
— leitung I, 2 373.
Baumfeldwirtschaft I, 2 254.
— gabel I, 1 599.
— krahnen I, 2 362.
Baumittel I, 2 372.
Baumrodung I, 2 214
— schäfte, Form ders. II 99.
— wert II 51.
— zirkel II 123.
Bauzeit I, 2 372.
Beaufsichtigung des Gemeindewalds II 488.
Becherpilze I, 1 357.
Bechstein I, 1 208.
Beckmann I, 1 185.
Bedecken des Samens I, 1 561.
Bedeutung, ethische d. Waldes II 423.
— der Wälder, für d. öffentl. Wohl I, 1 19.
— wirtschaftliche des Waldes II 413.
Befahren I, 2 470.
Befestigung des Bodens durch d. Wald I, 1 53.
Beförderung II 373.
Beförsterung des Gemeindewaldes II 496.
— des Privatwaldes II 469.
Befruchtung der Fische I, 2 568.
— der Pflanzen I, 1 409.
Behlen I, 1 208.
Beisatz anderer Fische in Karpfenteichen I, 2 587.
Bekkasinen I, 2 466.
Benetzungswiderstand der Bodenbestandteile I, 1 225.
Berauhwehrung I, 2 337.
Berberis I, 1 460.
Bergahorn I, 1 467.
Bergbauholz I, 2 192.
Bergkiefer I, 1 427.
Besatzung in Streck- und Hauptteichen I, 2 585.
Beschirmung durch d. Mutterbäume I, 1 544.
Beschlagen I, 2 451.
Beschneiden der Pflanzen I, 1 567.
Besenpfrieme I, 1 490.
Besetzung der Laichteiche I, 2 585.
Besoldung II 375.
Besonderheiten bei Anzucht der Holzarten I, 1 567.
Bestand, Verhalten der Holzarten im I, 1 524.
Bestandesbegründung I, 1 536.
— Arten I, 1 536.
— Historisches I, 1 540.
— natürliche oder künstliche? I, 1 537.
— Saat oder Pflanzung I, 1538.
Bestandesdichte I, 1 541.
— erwartungswert II 44.
— — Formel II 44.
— — Größe II 46.
— erziehung I, 1 578.
— karte II 284.
— Klassentabelle II 287.
— Kostenwert II 49.
— — Formel II 49.
— — Größe II 50.
— material I, 1 517.
— verbrauchswert II 43.
— verderber I, 2 54.
— verhältnisse II 278.
— wert II 43.
— wirtschaft II 295.
Besteuerung II 58.
Bestockungsgrad II 274.
Betonica I, 1 505.
Betriebsarten I, 1 610.
Betriebsarten bei Ahorn I, 1 628.
— Akazie I, 1 628.
— Birke I, 1 628.
— Eiche I, 1 627.
— Esche I, 1 628.
— Erle I, 1 628.
— Fichte I, 1 629.
— Hainbuche I, 1 627.
— Kastanie I, 1 628.
— Kiefer I, 1 630.
— Lärche I, 1 630.
— Linde I, 1 628.
— Pappel I, 1 628.
— Rotbuche I, 1 626.
— Tanne I, 1 629.
— Ulme I, 1 628.
— Weide I, 1 628.
Betriebsarten, allgem. Würdigung I, 1 613.
— besondere Fälle I, 1 618.
— Grundformen I, 1 610.
— spezielle Würdigung I, 1 614ff.
— Uebersicht I, 1 610.
— Zwischenformen I, 1 618.
Betriebsaufsicht II 491.
— beamte im Gemeindwald II 492.
— klassen II 268.
Betriebsregulierungsarbeiten II, 357, 397.
— Umwandlungen I, 1 622. II 310.
Bett I, 2 454.
Betula alba I, 1 439.
— verrucosa I, 1 439.

Betulaceae I, 1 486.
Bewaldungsziffer I, 1 14.
Beweglichkeit des Forstbetriebs II 440.
Bewirtschaftung des Staatswaldes II 515.
Bezirkseinteilung II 364.
Biber I, 2 459.
Biegsamkeit I, 2 176.
Biegungsfestigkeit I, 2 148.
Biermans I, 1 568.
Bildsamkeit I, 2 177.
Bildung des Bodens I, 1 252.
Bindigkeit I, 1 520.
Bingelkraut I, 1 472.
Binnenfischerei II 547.
Binsen I, 1 403.
Birke I, 1 438
— Betriebsarten I, 1 628.
— Verjüngung ders. I, 1 574.
Birkgeflügel I, 2 462.
— fuchs I, 2 470.
Birnbaum I, 1 487.
Birsch I, 2 489.
Blänker I, 2 614.
Blasenrost I, 1 369
Blasenstrauch I, 1 491.
Blatten I, 2 491.
Blätterschwämme I, 1 390.
Blattkäfer I, 2 49.
Blaufelchen I, 2 543.
Blechnum I, 1 403.
Bleinetz I, 2 605.
Blendzeug I, 2 493.
Blitzschlag I, 2 66.
Blocke I, 2 558.
Blößen, Erwartungswert ders. II 40.
Blume I, 2 470.
Bockkäfer I, 2 47.
Bocksdorn I, 1 503.
Boden I. 1 214.
Bodenanalyse, chemische I, 1 293.
— mechanische I, 1 215.
Bodenarten I, 1 292.
— bedeckung I, 1 315.
— erwartungswert II 32.
— — Formel II 33.
— — Größe II 36.
— feuer I, 2 6.
— flora I, 1 319.
— kapital II 29. II 425.
— karte II 285.
— kostenwert II 42.
— kunde I, 1 213.
— lockerung I, 1 558.
— mächtigkeit I, 1 317.
— rente II 29.
— skelett I, 1 215.
— streu I, 2 266.
— überzug, Entfernung dess. I, 2 558.
— verkaufswert II 42.
Bogenhalbmesser, kleinster I, 2 311.
Boletus-Arten I, 1 390.
Bolljacken I, 2 602.
Bonitierung II 277.
Boragineae I, 1 504.
Borkenkäfer I, 2 22.
Borkhausen I, 1 208.
Böschungen I, 2 293.
Böschungsbefestigung I, 2 337.
Bostrichus bidens I, 2 28.
— chalcographus I, 2 27.
— curvidens I, 2 27.
— stenographus I, 2 27.
— typographus I, 2 25.
Botanische Systeme I, 1 322
Boucherie I, 2 390.
Brachsen I, 2 549.
Brachvogel I, 2 467.
Bracke I, 2 514.
Brandfuchs I, 2 470.
— fruchtbau I, 1 554.
— pilze I, 1 343.
Braunalgen I, 1 335.
Brauerpech I, 2 438.
Bremsvorrichtung I, 2 360.
Brennbarkeit I, 2 385.
— holz I, 2 208.
— kraft I, 2 388.
— materialien I, 2 383.
— stoffproduktion I, 1 73.
wert des Holzes I, 2 385.
Breymann I, 1 203.
Breymanns Ertragsformel II 335.
Breymann'sche Formel II 103.
Bringungsanstalten I, 2 283.
Brombeere I, 1 484.
Bromus I, 1 432.
Brücken I, 2 347.
Brückengerüste I, 2 348.
Brunft I, 2 453.
Brunftruthe I, 2 454.
Brusthöhenformzahl II 139.
Brutapparate I, 2 571.
Brutapparat, kalifornischer I, 2 572.
Bryophyta I, 1 397.
Buche I, 1 445.
Buchenkeimlingspilz I, 2 74.
Buchführung II 400.
Büchse I, 2 517.
Büchsflinte I, 2 519.
Büchting I, 1 185.
Buprestidae I, 2 48.
Burckhardt I, 1 206.
Burckhardts zweialtr. Hochwald I, 1 607.
Büschelpflanzung I, 1 562.
Bussarde I, 2 475.
Buttlars Eisen I, 1 568.
Buxus I, 1 472.

C.

Caeoma pinitorquum I, 1 374.
Calamagrostis I, 1 432.
Calluna I, 1 496.
Campanula I, 1 508.
Cannabis I, 1 456.
Cantharellus-Arten I, 1 394.
Carabus I, 2 20.
Carduus I, 1 514.
Carex-Arten I, 1 433.
Carlowitz, Hans Karl von I, 1 185.
Carpinus betulus I, 1 440.
Carya-Arten I, 1 448.
Caryophyllaceae I, 1 457.
Castanea vesca I, 1 446.
Cedrus I, 1 425.
Cellulose I, 2 377.
Cellulosefabrikation I, 2 400.
Celtis australis I, 1 455.
Centaurea I, 1 513.
Cerambycidae I, 2 47.
Cercospora acerina I, 1 359.
Chamaecyparis I, 1 418.
Chenopodium I, 1 457.
Chermes I, 2 53.
Chrysanthemum I, 1 513.
Choc-bored I, 2 519.
Chrysomelidae I, 2 49, 74.
Chrysomyxa I, 1 368, 371.
Cicindela I, 2 20.
Circaea I, 1 479.
Cirsium I, 1 514.
Cistiflorae I, 1 461.
Cladonia I, 1 363.
Clavaria I, 1 381.
Clematis I, 1 458.
Clerus I, 2 20.
Clinopodium I, 1 506.
Coleophora laricinella I, 2 44.
Coleosporium senecionis I, 1 369.
Colutea I, 1 491.
Compositae I, 1 511.
Coniferae I, 1 414.
Convallaria I, 1 430.
Convolvulus I, 1 502.
Coregonen I, 2 541.
Cornus-Arten I, 1 473.
Corylus I, 1 441.
Cotoneaster I, 1 489.
Cotta, Heinr. von I, 1 198.
Crataegus-Arten I, 1 489.
Crassulaceae I, 1 476.
Crepis I, 1 514.
Cruciferae I, 1 461.
Cryptomeria I, 1 419.
Cupressaceae I, 1 417.
Cupuliferae I, 1 436.
Cuscuta I, 1 502.
Cynips I, 2 58.
Cyperaceae I, 1 433.
Cytisus I, 1 490.

D.

Dachs I, 2 470.
Dachshund I, 2 511.
Dampfdruck-Verfahren b. Imprägnieren I, 2 393.
Dampf-Pflug I, 1 553.
— schälung I, 2 224.
Damwild I, 2 455.
Daphne I, 1 480.
Darrgewicht I, 2 133.
Dasselfliege I, 2 457.
Dauben I, 2 197.

*

Deckelbohlen I, 2 341.
Decken, des Flugsandes I, 1 552.
Deformation I, 2 144.
Deformitäten-Erzeuger I, 2 53.
Degenerierung I, 2 488.
Dendroctonus micans I, 2 31.
Dendrometer von Sanlaville II 126.
— von Winkler II 127.
Derbholz I, 2 219.
Destillation, trockene des Holzes I, 2 411.
Devastationsverbot II 467.
Dichte des Holzes I, 2 131.
Dienstbezirke II 364.
— einrichtung II 347.
— organe II 367.
— stellen II 349.
Digitalis I, 1 507.
Dikotyledonen I, 1 435.
Diluvium I, 1 288.
Dipsacus I, 1 511.
Direktionsstellen II 349.
Discomycetes I, 1 354.
Disziplinarstrafen II 369.
Döbel I, 1 185.
Döbel (Squalius cephalus) I, 2 551.
Dolomit I, 1 259, 284.
Domänen I, 1 193.
Dominierender Bestandesteil I, 1 586.
Doppelbohlen I, 2 343.
— krone I, 2 455.
Dorngrundel I, 2 555.
Dossieren I, 1 552.
Dottersackperiode I, 2 579.
Douglastanne I, 1 421.
Dozenten I, 1 109.
Drahtseilriesen I, 2 297.
— zäune I, 1 565.
Drall I, 2 517.
Draudt'sches Verfahren II 167.
Drehschemel I, 2 361.
Dreiecksverband I, 1 562.
Dreißigacker I, 1 118.
Dressur I, 2 501.
Drewitz'sche Säemaschine I, 1 561.
Drilling I, 2 520.
Drosseln I, 2 465.
Druckfestigkeit I, 2 147.
— maschine, nassauische I, 2 215.
Dubich's Verfahren I, 2 586.
Duft I, 2 66.
Dunkelzeug I, 2 492.
Durchforstung, Ausführung I, 1 584.
— Aushieb dominierender Stämme I, 1 594.
— Beginn I, 1 588.
Begriff I, 1 584.
— besondere Fälle I, 1 592.
— gemischter Bestände I, 1 593.
— Grundsätze I, 1 588.
— Hiebsführung I, 1 597.
— Holzauszeichnung I, 1 596.
— Stärke des Eingriffs I, 1 589.
Durchforstung, statische Behandlung II 81.
— Wiederholung I, 1 589.
— Zweck I, 1 584.
Durchfuhrzölle II 568.
— hiebe II 294.
— lässe I, 2 341.
— lüftung des Bodens I, 1 249.
Dünen I, 1 552.
Dynamit I, 2 329.

E.

Eberesche I, 1 487.
Eberswalde I, 1 95.
Eccoptogaster I, 2 25.
Edelmaräne I, 2 542.
— tanne I, 1 420.
— wild I, 2 451.
Eibe I, 1 415.
Eiche I, 1 442.
Eiche, Betriebsarten I, 1 627.
Eichenwickler I, 2 52.
— wurzeltöcken I, 1 350.
Eiche, Verjüngung ders. I, 1 572.
Eichler, botan. System von I, 1 325.
Eier I, 1 329.
Einbringen d. Wassers i. d. Boden I, 1 230.
Einfuhrzoll II 563.
Eingehen I, 2 455.
Eingesprengte Holzart I, 1 529.
Eingestellte Jagen I, 2 492.
Einjagen I, 2 516.
Einschieben I, 2 459.
Einschlagen I, 2 459.
Einsiedler I, 2 458.
Einträglichkeit des Forstbetriebs II 440.
Einzelbaum, Entwickelung des I, 1 521.
— kornstruktur I, 1 218.
— mischung I, 1 529.
— pflanzung I, 1 562.
Eisbildung I, 2 66.
Eisen I, 2 499.
Eisenach I, 1 98.
Eisenbahnen II 560.
Eisenbahnschwellen I, 2 194.
— steine I, 1 260.
Eisklüfte I, 2 58.
— sproß I, 2 455.
Elastizität I, 2 144.
Elchwild I, 2 456.
Elritze I, 2 554.
Elsbeere I, 1 488.
Elster I, 2 476.
Empetrum I, 1 473.
Enden I, 2 451.
Entastungen I, 1 597.
Enteignung von Waldungen II 58, 482.
Entschädigung bei Enteignung II 484.
Entsumpfung I, 1 551.
Entwickelungsgang d. Stammes II 221.
Ephedra I, 1 428.
Epheu I, 1 474.
Epilobium I, 1 479.
Equisetum I, 1 404.
Erdbahn I, 2 336.
— bau I, 2 327.
— beere I, 1 484.
— feuer I, 2 7.
— floh I, 2 49.
— krebs I, 1 396.
— massenausgleich I, 2 321.
— — berechnung I, 2 317.
Erica I, 1 496.
Erigeron I, 1 512.
Eriphorum I, 1 434.
Erle I, 1 437.
— Betriebsarten I, 1 628.
— Verjüngung ders. I, 1 573.
Erntearbeiten II 394.
— buch II 317.
Erodium I, 1 465.
Ertragsbestimmung im Mittelwald II 308.
— — Niederwald II 307.
— — Plenterwald II 309.
— regelung II 295.
— tafeln II 232.
Ervum I, 1 493.
Erwärmung d. Bodens I, 1 240.
Erysiphea I, 1 348.
Esche I, 1 499.
— Betriebsarten I, 1 628.
— Verjüngung ders. I, 1 573.
Eskorial I, 1 102.
Eulen I, 2 475.
Eupatorium I, 1 512.
Euphorbia I, 1 472.
Evernia I, 1 363.
Evonymus I, 1 470.
Exposition I, 1 520.
Expreßbüchse I, 2 518.
Exvascus I, 1 345.

F.

Fachschule, isolierte I, 1 122.
Fagus silvatica I, 1 446.
Fahrbahn I, 2 334.
Fährte I, 2 454.
— gesunde, kalte I, 2 504.
— halten I, 2 503.
Fährtenlaut I, 2 514.
Fahrzeuge für Waldbahnen I, 2 359.
Falken I, 2 474.
Fallensteige I, 2 483.
Fallgruben I, 2 499.
Fällungsbetrieb I, 2 213.
— plan I, 2 208.
— zeit I, 2 209.
— — Einfluß auf die Dauer des Holzes I, 2 161.
Familiengänge I, 2 23.
Fangbäume I, 2 24.
Fangen des Wildes I, 2 497.
Farbe des Bodens I, 1 237.
— des Holzes I, 2 118.
Färbezeit I, 2 454.

Farnkräuter I, 1 402.
— pflanzen I, 1 401.
Fasan I, 2 463.
Faschinen I, 2 197.
Faschinenbau I, 2 337.
Fäulnis I, 1 313.
Faustmann I, 1 207.
Federbarometer I, 2 292.
— lappen I, 2 498.
— wild I, 2 449.
Fegen I, 2 453.
Fehler bei der Durchmessermessung II 118.
— bei der Längenmessung II 118.
— beträge bei der Kubierung II, 108.
Feinerde I, 1 215.
— heit des Holzes I, 2 126.
Feist I, 2 454.
Feisthirsch I, 2 455.
Felchen I, 2 532. 543.
Feldhuhn I, 2 464.
— spathe I, 1 255.
Felsenmispel I, 1 489.
Felsitporphyr I, 1 279.
Femelartiger Hochwald I, 1 619.
— betrieb I, 1 549, 611, 615.
— — bei d. Teichwirtsch. I, 2 583.
— schlagbetrieb I, 1 611, 615.
— wald, vorteilh. Umtrieb dess. II 82.
Festigkeit I, 2 144.
Festuca I, 1 433.
Feuchtblatt I, 2 454.
Feuchtigkeit des Bodens I, 1 519.
— der Luft, Einfluß des Waldes auf die I, 1 38.
Feuersgefahr II 572.
Feuerschwamm I, 1 387.
— versicherung II 575.
Fichte I, 1 422.
— Betriebsarten I, 1 629.
— Verjüngung der I, 1 576.
Fichtenharz I, 2 434.
— nadelrost I, 2 74. I, 1 371.
— spargel I, 1 497.
Fidonia piniaria I, 2 42.
Filices I, 1 402.
Filicinae I, 1 402.
Fingerhut I, 1 507.
Finte I, 2 558.
Fischerei I, 2 523.
Fischereibetrieb I, 2 597.
— mit der Angel I, 2 612.
— mit Hamen I, 2 597.
— mit Reusen I, 2 600.
— mit Stell- oder Setznetzen I, 2 603.
— mit Treibnetzen I, 2 605.
— mit Wurfgarn I, 2 611.
— mit Zugnetzen I, 2 607.
Fischbrut, Aussetzen der I, 2 580.
— — Erziehung der I, 2 585.
— — Transport der I, 2 580.
Fischflack I, 2 609.
— otter I, 2 471.
— säcke I, 2 600.
— teiche I, 2 582.
— zucht I, 2 523.
— — künstliche I, 2 566.
Flächenalter II 187. 276.
— fachwerk II 327
— verhältnis der Teicharten I, 2 584.
— zuwachs des Stammes II 194.
Flader I, 2 128.
Flammbarkeit I, 2 385.
Flechten I, 1 360.
Flemming I, 1 185.
Flinte I, 2 519.
Flocknetz I, 2 610.
Flottangel I, 2 613.
Flügelreusen I, 2 600.
— säge I, 1 599.
Flugsand I, 1 552.
— weite I, 2 472.
Flußbarsch I, 2 561.
— neunauge I, 2 565.
Forche, gemeine I, 1 426.
Förderweite I, 2 332.
Forelle I, 2 532. 540.
Forellenzucht in Teichen I, 2 592.
Forleule I, 2 41.
Formzahlen II 138.
— zahltafeln II 141. 176.
Formica I, 2 20.
Forstarchiv I, 1 192.
— beamte im Mittelalter I, 1 160.
— — der III. Periode I, 1 182.
— benutzung I, 2 185.
— berechtigungen, Entstehung ders. I, 1 164. 195.
— beschädigung II 522.
— botanik I, 1 321.
— botaniker früherer Zeit I, 1 190.
— diebstahl II 522.
— direktionslehre II 409.
— einrichtung II, 237.
— — früherer Zeit I, 1 175 ff.
— — der neueren Zeit I, 1 202 ff.
Förstersystem II 359.
Forstfrevel II 522.
— — Beschädigung I, 2 5.
— — Entwendung I, 2 4.
— garten, Bodenbearbeitung I, 1 564.
— — Größe I, 1 564.
— — Lage I, 1 564.
— — Umfriedigung I, 1 565.
— — betrieb I, 1 564.
— gärten, ständige I, 1 564.
— gesetzgebung II 450.
— hoheit I, 1 180. II 446.
— insekten im allgem. I, 2 17.
— — Abwehr I, 2 21.
— — Einteilung I, 2 22.
Forstinsekten, Lebensweise I, 2 18.
— — nützliche I, 2 20.
— — Schaden I, 2 21.
— — Verbreitung I, 2 19.
— — Vermehrung I, 2 19.
— kulturarbeiten II 396.
— litteratur I, 1 184.
— magazin I, 1 192.
— mathematiker I, 1 188.
— meistersystem II 355.
— ordnungen I, 1 167. II 448.
— politik II 405.
— polizei II 406.
— polizeiübertretung II 522.
— regal II 446.
— schutz I, 2 1.
— schutzbeamte II 358.
— strafgesetze II 524.
— — wesen im Mittelalter I, 1 158 ff.
— — der III. Periode I, 1 183.
— statistik II 357.
— techniker II 349.
— unkräuter I, 2 55.
— verhältnisse, Ermittelung ders. II 282.
— vereine I, 1 209.
— verwaltung II 347.
— — früherer Zeit I, 1 182 ff.
— wartsystem II 359.
— wirtschaftspflege II 522.
— zoologie früherer Zeit I, 1 191.
Fortpflanzung, geschlechtliche I, 1 329.
— ungeschlechtliche I, 1 329.
Fragaria I, 1 484.
Fraxinus excelsior I, 1 499.
— Ornus I, 1 499.
Frettchen, Frettieren I, 2 497.
Frischen I, 2 458.
Frischling I, 2 459.
Frost, Barfrost I, 2 60.
— Frühjahrsfrost I, 2 59.
— Herbstfrost I, 2 60.
— Winterfrost I, 2 58.
— krebs I, 2 72.
— spanner I, 2 52.
Fruchtträger I, 1 336.
Fuchs I, 2 470.
Fuhrwerke I, 2 312.
Futterbedarf I, 2 483.
— laub I, 2 282.
— schuppen I, 2 481.

G.

Gabelkrone I, 2 455.
Galeopsis I, 1 505.
Galium I, 1 508.
Gallwespen I, 2 53.
Gangfisch I, 2 544.
Garn zur Jagd I, 2 498.
Gasteromycetes I, 1 376. 395.
Gastropacha pini I, 2 37.

Geäfter I, 2 454.
Gebräche I, 2 459.
Gebrauchswert II 6.
Gefällgrenzen I, 2 293.
Gefährdungen, durch Menschen I, 2 2.
— durch Tiere I, 2 9.
— durch Gewächse I, 2 55.
— durch die anorgan. Natur I, 2 58.
Gehöre I, 2 456.
Geier I, 2 472.
Geisblatt I, 1 510.
Geistige Arbeit, Organisation ders. II 348.
Gemeindeforstverwaltung II 376.
— wald II 487.
Gemeinheitsteilungsordnungen II 532.
Gemischte Bestände, Bedenken gegen dies. I, 1 527.
Gemischte Bestände, Regeln I, 1 528.
Gemischte Bestände, Spezialfälle I, 1 530.
Gemischte Bestände, Verjüngung ders. I, 1 578.
Gemischte Bestände, Vorzüge ders. I, 1 527.
Gemswild I, 2 458.
Generationswechsel I, 1 338.
Genickfänger I, 2 522.
Genista I, 1 491.
Genossen machen I, 2 505, 516.
Gentiana I, 1 500.
Geographische Lage I, 1 521.
Geraniaceae I, 1 465.
Geräusch I, 2 454.
Gerbrinde I, 2 381.
— stoff I, 2 381.
Geruch des Holzes I, 2 129.
Geschäftsbehandlung II, 390.
Gescheide I, 2 454.
Geschleppe I, 2 489.
Gespinnstblattwespen I, 2 46.
Gesteine, bodenbildende I, 1 278.
Geum I, 1 484.
Gewehre I, 2 459.
Geweih I, 2 451.
Gewölbbohlen I, 2 343.
Gieben I, 2 549.
Gießen I, 1 98.
Ginster I, 1 490.
Gipfeldürre I, 2 71.
— feuer I, 2 7.
Glanz des Holzes I, 2 125.
Glanzrinde I, 2 207.
Glaserholz I, 2 200.
Glechoma I, 1 505.
Gletscher I, 1 277.
Glimmer I, 1 256.
Glimmerschiefer I, 1 282.
Glockengarn I, 2 498.
Gnaphalium I, 1 512.
Gneiß I, 1 281.
Gräben I, 2 294.
Graben des Fuchses I, 2 496
Gramineae I, 1 431.
Grandeln I, 2 454.
Granit I, 1 279.
Gräser I, 1 431.
Graser I, 2 454.
Grasnutzung I, 2 281.
Grauwacke I, 1 285.
Grenzregister II 288.
— wald I, 1 143.
— zeichen I, 2 3.
Groppe I, 2 562.
Grubenholz I, 2 193.
— köhlerei I, 2 421.
Grünalgen I, 1 335.
— ästung I, 1 598.
Grundbestand I, 1 529.
— bauten I, 2 83.
Gründigkeit I, 1 519.
Grundlawinen I, 2 99.
Gründling I, 2 554.
Grundschwellen I, 2 85.
— wasser I, 1 291, 318
Grüngewicht I, 2 132.
Gruppenmischung I, 1 529.
Gryllus gryllotalpa I, 2 46.
Gymnoasci I, 1 345.
— spermae I, 1 414.
— sporangium I, 1 368, 378.
Gyps I, 1 260.

H.

Haarwild I, 2 449.
Habichte I, 2 474.
Habichtskorb I, 2 498.
Hackwaldwirtschaft I, 2 254.
Haferschlehe I, 1 482.
Hagel I, 2 66.
Haidegewächse I, 1 495.
Hainbuche I, 1 440
— Betriebsarten I, 1 627.
— Verjüngung ders. I, 1 570.
Haken I, 2 454.
Haken schlagen I, 2 460.
Halbbrachsen I, 2 549.
Hallimasch I, 2 74, I, 391, 394.
Halsung I, 2 502.
Haltica crucae I, 2 49.
Hamen I, 2 597.
Handkrone I, 2 455.
— saat I, 1 555.
Hanf I, 1 456.
Hängefichte I, 1 423.
Hängwerk I, 2 349.
Härte des Holzes I, 2 182.
Hartig, Ernst Friedrich I, 1 201.
— Georg Ludwig I, 1 197.
— (Robert) Verfahren II 170.
— Theodor I, 1 202.
Hartriegel I, 1 473.
Harzgewinnung I, 2 430.
— produkte I, 2 436.
— sticken I, 1 395.
Hase I, 2 459.
Hasel I, 1 441.
Haselhuhn I, 2 463.
Häsin I, 2 459.
Häsling I, 2 552.
Haubarkeitsdurchschnittszuwachs II 219.
Haubengarn I, 2 499.
Haubergswirtschaft I, 2 254.
Hauendes Schwein I, 2 459.
Hauptbestand I, 1 586.
Hauptrevisionen II 321.
— schlag I, 2 461.
— schwein I, 2 459.
— teiche I, 2 583.
Hausschwamm I, 1 389.
Haustorien I, 1 338.
Hausväter I, 1 184.
Hautbremse I, 2 457.
— pilze I, 1 377.
Hauungsplan II 311.
Hebegeschirr I, 2 361.
Hechte I, 2 531, 559.
Hecken I, 1 565.
Heckenkirsche I, 1 510.
Hedera I, 1 474.
Hefepilze I, 1 366.
Hege I, 2 478.
Heidehumus I, 1 554.
Heidelbeere I, 1 497.
Heizkraft I, 2 383
Helleborus I, 1 459.
Helvella I, 1 359.
Hepaticae I, 1 399.
Herrschender Bestand I, 1 586.
Hetzen I, 2 505.
Hexenbesen I, 1 339, 347, 374. I, 2 76.
Heyer, Carl I, 1 199.
— Gustav I, 1 206.
Heyer's Verfahren II 340.
Hiebsauszeichnung I, 2 213.
— reife Bestände, Wahl zwischen mehreren II 79.
— satz, normaler II 266.
— züge II 291.
Hieracium I, 1 514.
Hikory I, 1 448.
Hilfsarbeiter II 356.
— geräte des Nivellierens I, 2 289.
— klassen II 386.
Himbeere I, 1 484.
Hippophaë I, 1 480.
Hirsche I, 2 451.
Hirschfänger I, 2 522.
— kalb I, 2 451.
Hitze I, 2 61.
Hochbeschlagen I, 2 455.
— garn I, 2 498.
— schule, allgemeine I, 1 122.
— schulunterricht, Gründe für dens. I, 1 125.
— — — gegen dens. I, 1 126.
— sitz I, 2 488.
— wald I, 1 610, 614.
Höhenentwickelung v. Holzarten I, 1 522.
Hohenheim I, 1 117.
Höhenklassen II 161.
— messen, geometrisches II 124.
— messen, trigonometr. II 129.
— messer von Weise II 129.

Höhenspiegel von Pfister II 181.
— zuwachs des Einzelstammes II 192.
Hohlbohrer I, 1 567.
— spaten I, 1 567.
Holcus I, 1 432.
Holländerholz I, 2 205.
Hollunder I, 1 509.
Holz- und Betriebsarten, Verteilung derselben in Deutschland I, 1 75.
Holzabsatz I, 2 240.
— arten, Anzucht der Pflänzlinge der verschiedenen H. I, 1 567.
— — ausländische I, 1 585.
— — Bestandesbegründung bei den verschiedenen I, 1 571.
— — Betriebsarten bei den verschiedenen I, 1 626.
— — Einfluß auf d. Boden I, 1 524.
— — Fruktifikation der I, 1 523.
— — Höhenentwickelung I, 1 522.
— — Keimung der I, 1 522.
— — Verhalten gegen Gefahren I, 1 523.
— — waldbauliche Bedeutung I, 1 518.
— — waldbaulich wichtige I, 1 517.
— — wechsel I, 1 531.
— — wirtschaftl. Bedeutung der I, 1 532.
— — Wurzelsystem der I, 1 522.
Holzbahn I, 2 336.
— brücke I, 2 347.
— draht I, 2 198.
— essig I, 2 427.
— gärten I, 2 242.
— handel II 563.
— handelspolitik II 563.
— hauerei I, 2 211.
— kohle I, 2 426.
— masse liegender Stämme II 98.
— meßkunde II 97.
— papier I, 2 409.
— pflaster I, 2 196.
— riesen I, 2 353.
— saft I, 2 378.
— samenernte I, 2 244.
— schnitzerei I, 2 201.
— schreibtage I, 1 179.
— setzer I, 2 222.
— skelett I, 2 377.
— stoff-Fabrikation I, 2 410.
— substanz I, 2 377.
— taxen I, 2 234.
— transport II 557.
— verbrauch II 473.
— verkaufsämter II 354.
— — zeitungen I, 2 239.
— verkehr II 564.
— vorrat II 428.
— wolle I, 2 202.
— zoll II 563.
Homburgs Nutzholzwirtschaft I, 1 608.
Honigpilz I, 2 74.
Hopfen I, 1 456.
— stangen I, 2 203, 222.
Horizontalkurven I, 2 291.
Hornbaum I, 1 440.
Hornblende I, 1 257.
Horstjagd I, 2 488.
— weise Mischung I, 1 529.
Hoßfeld I, 1 206.
— 'sche Formel II 105.
Huber I, 1 203.
— 'sche Formel II 104.
Hubers Verfahren d. Ertragsbestimmung II 333.
Huchen I, 2 540.
Hügelpflanzung I, 1 568.
Humulus I, 1 456.
Humus I, 1 215, 314.
— arten I, 1 315.
— pflanzen I, 1 319.
— säuren I, 1 314.
— stoffe I, 1 314.
— unfruchtbarer I, 1 554.
Hundeshagen I, 1 198.
Hundeshagen's Verfahren II 333.
Hutpilze I, 1 377.
Hüttenjagd I, 2 488.
— köhlerei I, 2 413.
— rauch I, 2 72.
Hydnum I, 1 382.
Hygrophorus-Arten I, 1 398.
Hygroskopizität I, 2 143.
Hylastes ater I, 2 31.
— cunicularius I, 2 31.
Hylesinus I, 2 25.
Hylobius abietis I, 2 32.
Hylurgus minor I, 2 30.
— piniperda I, 2 29.
Hymenomycetes I, 1 376.
Hypericum I, 1 462.
Hyphen I, 1 336.
Hypnum-Arten I, 1 400.
Hysterium I, 1 355.
— macrosporum I, 1 357.
— nervisequum I, 1 357.
— pinastri I, 1 355. I, 2 73, 74.

J.

Jagd I, 2 486.
— bezirke, gemeinschaftliche II 545.
— gerechtigkeiten II 544.
— hunde I, 2 500.
— regal I, 1 158. II 446.
— tiere, Schaden durch dies. I, 2 12.
— — insbes. Damwild I, 2 14.
— — insbes. Hase I, 2 14.
— — insbes. Kaninchen I, 2 14.
— — insbes. Rehwild I, 2 14.
— — insbes. Schwarzwild I, 2 14.
— — insbes. Rotwild I, 2 12.
— waffen I, 2 517.
Jäger, holzgerechte I, 1 185.
Jahresschlag II 253.
Jährlicher Betrieb II 238.
Ichneumon I, 2 20.
Jenny, Methode d. Wildbachverbauung I, 2 92.
Ilex I, 1 470.
Iltis I, 2 472.
Impatiens I, 1 466.
Immergrün I, 1 501.
Imprägnierung I, 2 389.
Inkubationsdauer I, 2 577.
Inspektionsstellen II 351.
Inula I, 1 512.
Joch I, 2 357.
Johannisbeeren I, 1 478.
Isoëtes I, 1 406.
Juglans cinerca I, 1 448.
— nigra I, 1 448.
— regia I, 1 447.
Juncaceae I, 1 430.
Juniperus I, 1 417.
Jurakalk I, 1 284.

K.

Kahlschlagbetrieb I, 1 612, 616.
Kalk, kohlensaurer I, 1 259, 283.
— pflanzen I, 1 319.
— sinter, -tuff I, 1 268.
Kameralisten I, 1 116.
— forstliche I, 1 186.
Kameraltaxe, österreichische II 331.
Kammerforst I, 1 149.
— teiche I, 2 588.
Kaninchen I, 2 460.
Kaolin I, 1 258.
Kapillarität d. Bodens I, 1 222.
Kapitalbegriff II 8.
Kapitalien der Forstwirtschaft II 425.
— der Waldwirtschaft II 29.
Käpler I, 1 185.
Karausche I, 2 549.
Karbolsäure I, 2 429.
Karbonate I, 1 259.
Karlsruhe I, 1 97.
Karl's Verfahren II 336.
Karpfen I, 2 529, 547.
Karten II 288.
Kassengeschäfte II 360.
Kastanie, zahme I, 1 446.
— — Betriebsarten I, 1 628.
— — Verjüngung ders. I, 1 574.
Kastenfalle I, 2 499.
Kätzchenblütler I, 1 436.
Kaulbarsch I, 2 561.
— kopf I, 2 562.
Kegelbohrer I, 1 567.
Kehl-Weichflosser I, 2 526.
Keiler I, 2 459.
Keimapparate I, 1 557.
— bett I, 1 557.
— — Herstellung dess. I, 1 558.
— kraft, Dauer der I, 1 557.
— proben I, 1 557.
— schlauch I, 1 337.
Keimung, Beförderung der I, 1 560.
Kernpflanzen I, 1 562.

Kernpilze I, 1 349.
— risse I, 2 144.
Kessel I, 2 459, 470.
— treiber I, 2 494.
Kette I, 2 464.
Keulenschwämme I, 1 381.
Kiefer, gemeine I, 1 426.
— — Betriebsarten I, 1 630.
— — Verjüngung der I, 1 577.
Kiefernblattwespe I, 2 44.
— drehrost I, 1 374.
— spinner I, 2 37.
Kienzopf I, 1 370.
Kieselalgen I, 1 334.
Kilch I, 2 545.
Kirsche I, 1 483.
Kitz I, 2 456.
Klassenbetrieb, bei d. Teichwirtsch. I, 2 583.
Klauprecht I, 1 207.
Kleeseide I, 1 502.
Klenganstalten I, 2 246.
— resultate I, 2 250.
Kletterweiche I, 2 359.
Klimatische Bedingungen I, 1 520.
Klipstein, von I, 1 203.
Klopfgarn I, 2 604.
Kluppe II 120.
Knappen I, 2 461.
Knieeholz I, 1 427.
Knochenfische I, 2 525.
Kohärenzverhältnisse d. Bodens I, 1 250.
Köhlerei I, 2 413.
Kolben I, 2 454.
Kolophonium I, 2 438.
Kombiniertes Fachwerk II 337.
Kompositions-Betrieb I, 1 613.
Kondensationserscheinungen im Boden I, 1 244.
König I, 1 198.
Königsfarn I, 1 403.
Konglomerate I, 1 285.
Konkretionen I, 1 267.
Konidien I, 1 337.
Konservierung des Holzes I, 2 386.
Kopenhagen I, 1 103.
Kopfholzbetrieb I, 1 550, 613, 618.
Koppe I, 2 562.
Koppelbändigkeit I, 2 516.
Kork I, 2 382.
Kornelkirsche I, 1 473.
Körperschaftswald II 487.
Kostenbegriff II 10.
Kosten für Waldbahnen I, 2 371.
— beim Wegbau I, 2 363.
Kouliffenhiebe I, 1 543.
Kranich I, 2 461.
Krankenversicherung II 386.
Krankheiten der Holzgewächse I, 2 69.
Kratzhamen I, 2 597.
Krebsbeulen I, 1 374.
— tannen, Aushieb ders. I, 1 593.
Kreide I, 1 283.
Kreislauf des Wassers I, 1 39.
— rechen I, 1 559.
Kreosot I, 2 429.
Kreuzdorn I, 1 471.
Krickel I, 2 458.
Krone I, 2 455.
Kronenfeuer I, 2 7.
Krümelstruktur I, 1 218.
Krummholzkiefer I, 1 427.
Krümmungsradius, kleinster I, 2 311.
Krutzsch I, 1 208.
Kubierungsformeln, allgemeine II 101.
Kulturerde I, 1 562.
— fläche, Herrichtung der I, 1 568.
— plan II 315.
— verderber I, 2 54.
Kümmerer I, 2 455.
Künstliche Bestandesbegründung I, 1 551.
Kuppelstangen I, 2 362.
Kurvenabsteckung I, 2 304.
- joch I, 2 358.
Kurzhacken des Bodens I, 1 559.
— wildpret I, 2 454.
Kyanisieren I, 2 391.

L.

Labiatae I, 1 504.
Lachs I, 2 535.
— fische I, 2 531, 535.
— korb I, 2 602.
Lactarius-Arten I, 1 393.
Lactuca I, 1 514.
Lage des Standorts I, 1 520.
Lagerpflanzen I, 1 328.
Laichfische I, 2 568.
— teiche I, 2 583.
Lamium I, 1 505.
Landesherrliche Waldungen, Entstehung ders. aus dem Markwald I, 1 162.
Landstraßen II 559.
— wirtschaftl. Nutzungen I, 2 253.
Langen, von I, 1 186.
Langholzwagen I, 2 312.
Längenmessung II 116.
Längeprofil I, 2 316.
Langschwellen I, 2 355.
Lappa I, 1 513.
Lappen I, 2 493.
— probe I, 1 557.
Lärche I, 1 424.
— Betriebsarten I, 1 630.
— Verjüngung der I, 1 577.
Lärchenharz I, 2 435.
— krebs I, 1 388. I, 2 75.
— motte I, 2 44.
Larix europaea I, I 424.
Larvengänge I, 2 23.
Lathraea I, 1 507.
Lathyrus I, 1 493.
Latsche I, 1 427.
Lattengestellbau I, 2 326.
Lauben I, 2 553.
Laubflechten I, 1 363.
— holzinsekten I, 2 47.
— moose I, 1 400.
Lauf I, 2 454, 517.
Laurop I, 1 209.
Lauscher I, 2 454.
Läuterungshiebe I, 1 580.
Lawinen I, 2 77.
— bildung II 421.
— verbauung I, 2 101.
Lebermoose I, 1 399.
Lecker I, 2 454.
Ledum I, 1 496.
Legföhre I, 1 427.
Leguminosae I, 1 490.
Lehrforste I, 1 110.
— stätten, forstl. I, 1 94.
Leihzins, Anwendung i. d. Waldwertrechnung II 23.
— Bestimmung dess. II 20.
Leitergänge I, 2 23.
— wagen I, 2 312.
Letten I, 1 283.
Libellen-Geräte I, 2 289.
Lichenes I, 1 360.
Lichter I, 2 454.
Lichthölzer I, 1 525.
Lichtungsbetrieb, Allgemeines I, 1 604.
— bedingende Momente I, 1 605.
— Beginn I, 1 606.
— Effekt I, 1 609.
— Holzarten I, 1 605.
— Maß des Eingriffs I, 1 606.
— spezielle Fälle I, 1 607.
— Unterbau des Bestandes I, 1 607.
— Wiederholung des Eingriffs I, 1 606.
— Wirtschaftszweck I, 1 605.
Lichtwuchsbetrieb Wageners I, 1 608.
Lignin I, 2 378.
Ligustrum I, 1 500.
Liliaceae I, 1 429.
Linaria I, 1 507.
Linde, Betriebsarten I, 1 628.
— Verjüngung ders. I, 1 574.
Liparis monacha I, 2 40.
Liriodendron tulipifera I, 1 460.
Löchersaat I, 1 556.
Lochpflanzung I, 1 567.
Löffel I, 2 460.
Löffler I, 2 456.
Lohgerberei I, 2 206.
Lokalforstmeister II 352.
Lolium I, 1 433.
Lonicera I, 1 510.
Lophyrus pini I, 2 44.
Loranthus europaeus I, 1 494. I, 2 57
Lösen I, 2 505.
Loser I, 2 454.
Loshiebe I, 2 69. II 294.
Lotgänge I, 2 23.
Luderhütte I, 2 488.
Lufthölz I, 2 123.
— trockengewichte I, 2 132.
Lunte I, 2 471.
Lunze I, 2 454.

Luzula I, 1 480.
Lycium I, 1 503.
Lycopodium I, 1 405.
Lydae I, 2 46.
Lysimachia I, 1 498.
Lythrum I, 1 480.
Lytta vesicatoria I, 2 49.

M.

Maifisch I, 2 534, 557.
Malvaceae I, 1 465.
Manteuffel'sche Obenaufpflanzung I, 1 568.
Maräne, große I, 2 541.
— kleine I, 2 543.
Marasmius-Arten I, 1 394.
Marder I, 2 471.
Markgenossenschaft I, 1 144, 150, 161, 194.
Marktpreis II 7.
Maschinensaat I, 1 555.
Maser I, 2 128.
Masse aufgearbeiteter Hölzer II 110.
— stehender Bäume II 187.
Massenalter II 186. 275.
— fachwerk II 330.
— tafeln II 187. 176.
— zuwachs II 240.
— — prozent II 241.
— — d. Stammes II 199.
Maßholder I, 1 468.
Materialverwertung II 395
Maulbeere I, 1 456.
Maulwurfsgrille I, 2 46.
Mechanische Arbeit II 382.
Meereshöhe I, 1 521.
Meerforelle I, 2 538.
— neunauge I, 2 565.
Mehlbeere I, 1 488.
— thau I, 1 348.
Meilerköhlerei I, 2 413.
Meiler, liegende I, 2 420.
— stehende I, 2 413.
Meisterschulen I, 1 113.
Melampsora I, 1 368. 372.
Melampyrum I, 1 507.
Melaphyr I, 1 281.
Melica I, 1 432.
Melolontha vulgaris I, 2 35.
Mentha I, 1 506.
Mercurialis I, 1 472.
Mergel I, 1 284.
Merulius lacrymans I, 1 389.
Mespilus-Arten I, 1, 489.
Meßband II 123.
— knecht von Preßler II 130.
Methode der Forsteinrichtung II 325.
Milane I, 2 473.
Milium I, 1 432.
Mineralarten, wichtigste I, 1 252.
— gerbung I, 2 207.
— stoffe der Pflanzen I, 1 304.
Mischungsarten I, 1 527.
Mispel I, 1 489.
Mistel I, 1 494. I, 2 57.
Mittelschule, forstl. I, 1 114.
— sproß I, 2 451.
— stämme II 159.
— wald I, 1 613, 618.
Modellstämme II 148. 174.
Modifizierter Buchenhochwaldbetrieb von v. Seebach I, 1 607.
Molinia I, 1 432.
Monokotyledonen I, 1 429.
Monotropa I, 1 497.
Monströs I, 2 455.
Moore I, 1 287.
Moormergel I, 1 268.
— pflanzen I, 1 320.
Moosbeere I, 1 497.
Moose I, 1 397.
Morcheln I, 1 359.
Morus-Arten I, 1 456.
Moser I, 1 186.
Muhren I, 2 77.
Mulden I, 2 340.
Mullwehen I, 1 554.
München I, 1 96.
Münden I, 1 95.
Muräniden I, 2 555.
Murmeltier I, 2 459.
Murren I, 2 470.
Muschelkalk I, 1 283.
Musci I, 1 400.
Muscineae I, 1 397.
Mutterbäume, Einfluß ders. I, 1 543.
— gang I, 2 23.
Mycelium I, 1 336.
Mycorhiza I, 1 365.
Myosotis I, 1 504.
Myrica Gale I, 1 448.

N.

Nachhaltbetrieb II 238.
Nachtragsarbeiten der Einrichtung II 317.
Nachtschatten I, 1 503.
Nachtschnur I, 2 613.
Nadelhölzer I, 1 414.
Nadelholz-Insekten I, 2 22.
Nagelflue I, 1 285.
Nagetiere, kleine, Schaden ders. I, 2 15.
Eichhorn I, 2 16.
Mäuse I, 2 16.
Schläfer I, 2 16.
Nahrungsfähigkeit der Teiche, Erhaltung und Verbesserung ders. I, 2 590.
Nancy I, 1 101.
Nardus I, 1 432.
Nase I, 2 503.
— (Chondrostoma nasus) I, 2 550.
Nasenbreme I, 2 457.
Natronverfahren (Cellulosefabr.) I, 2 401.
Naturalerträge II 24.
Naturgefahren II 572.
Natürliche Bestandesbegründung I, 1 542.
Natürliche Verjüngung durch Mutterbäume auf der Fläche I, 1 543.
Nebenbestand I, 1 586.
— beamte II 356.
Nectria-Arten I, 1 351.
Neottia I, 1 435.
Netze, zur Jagd I, 2 497.
Neuerwerb von Staatswald II 513.
Neunaugen I, 2 535. 565.
Niederthun I, 2 454.
— wald I, 1 550, 613, 617.
Nivellieren I, 2 288.
Nobel's Apparat I, 1 216.
Nonne I, 2 40.
Nordseeschnäpel I, 2 543.
Normalformzahl II 139.
— vorrat II 289. 260.
— vorratsmethode II 331.
— — wert II 51.
— — Erwartungswert II 52.
— — Kostenwert II 54.
— — Verbrauchswert II 51.
— wald, Grundbedingungen II 239.
— zuwachs II 239.
Numerierapparate I, 2 229.
Nutzwild I, 2 449.

O.

Oberförstersystem II 355.
— holz im Mittelwald, Ergänzung dess. I, 1 578.
— lawinen I, 2 99.
— rücken I, 2 454.
— stärke, Kubierung nach ders. II 111.
Oesterreichisches Verfahren der Ertragsbestimmung II 344.
Oestriden I, 2 457.
Ofenköhlerei I, 2 422.
Okularschätzung II 178.
Oleaceae I, 1 499.
Ononis I, 1 491.
Ophioglossum I, 1 404.
Orchestes fagi I, 2 48.
Orchideen I, 1 434.
Organische Substanz, jährl. Produktion ders. I, 1 65.
Orgyia pudibunda I, 2 50.
Orkan I, 2 68.
Orobus I, 1 493.
Ortstein I, 1 269.
— Behandlung dess. I, 1 553.
Osmunda I, 1 403.
Otter I, 2 471.
— hund I, 2 516.
Oxalis I, 1 465.

P.

Paarzeit I, 2 461.
Panzerwangen I, 2 526, 562.
Papilionaceae I, 1 490.
Pappel-Arten I, 1 451.
— Betriebsarten I, 1 628.
— Verjüngung ders. I, 1 574.

Papierzeug I, 2 202.
Parallelbauten I, 2 83.
Parasiten I, 1 338.
Paris quadrifolia I, 1 480.
Paulsen I, 1 203.
Paulsen's Verfahren d. Ertragsbestimmg. II 335.
Pech I, 2 429.
— kiefer I, 1 428.
Pedicularis I, 1 507.
Pension II 387.
Pergament, vegetabilisches I, 2 378.
Peridermium pini I, 1 369.
Perisporiaceae I, 1 348.
Perlen I, 2 454.
Peronosporeae I, 1 340.
Personalgenossenschaft II 550.
— kredit II 431.
Perückenbock I, 2 457.
Petasites I, 1 512.
Petersburg I, 1 102.
Peziza Willkommii I, 1 358. I, 2 75.
Pezizae I, 1 357.
Pfaffenhütchen I, 1 470.
Pfändung II 523.
Pfeil I, 1 199.
Pflanzenbeschaffung I, 1 568.
— wuchs, chemische Faktoren desf. I, 1 297.
— — physikalische Faktoren desf. I, 1 295.
— zahl, für regelm. Verband I, 1 569.
Pflanzbeete I, 1 565.
— dolch I, 568.
— geschäft I, 1 568.
— kulturen, Pflege ders. I, 1 571.
Pflänzlinge, Alter und Stärke ders. I, 1 563.
Pflanzmaterial I, 1 568.
— methoden I, 1 562.
— verband I, 1 562. 569.
— schule, = kamp I, 1 564.
— verfahren I, 1 569.
— zeit I, 1 568.
Pflanzung I, 1 562.
Phanerogamen I, 1 407.
Phegopteris I, 1 403.
Phosphate I, 260.
Physikalische Bodeneigenschaften I, 1 215, 518.
Phyteuma I, 1 508.
Phytophtora omnivora I, 1 341. I, 2 74.
Picea excelsa I, 1 422.
Piloten I, 2 196.
Pilze I, 1 336. I, 2 57.
Pinoideae I, 1 416.
Pinsel I, 2 454.
Pinus austriaca I, 1 427.
— Cembra I, 1 428.
— Jeffreyi I, 1 428.
— laricio I, 1 427.
— montana I, 1 427.
Pinus mughus I, 1 427.
— nigricans I, 1 427.
— Pumilio I, 1 427.
— rigida I, 1 428.
— silvestris I, 1 426.
— Strobus I, 1 428.
— uncinata I, 1 427.
Pirola I, 1 497.
Pirus Aria I, 1 488.
— aucuparia I, 1 487.
— communis I, 1 487.
— domestica I, 1 488.
— malus I, 1 487.
— torminalis I, 1 488.
Pissodes hercyniae I, 2 35.
— notatus I, 2 34.
— piceae I, 2 35.
— piniphilus I, 2 35.
Plaiken I, 2 97.
Platanus I, 1 478.
Platten, Anfertigung der I, 1 559.
— Entfernung der I, 1 559.
— Größe der I, 1 559.
Plattensaat I, 1 555. 561.
Plattfische I, 2 527.
Plätzesaat I, 1 555. 561.
Plenterbetrieb I, 1 611, 615.
— durchforstung I, 1 594.
Plötze I, 2 552.
Poa I, 1 433.
Pödderloth I, 2 614.
Polygala I, 1 469.
Polygonum I, 1 457.
Polypodium I, 1 403.
Polyporus-Arten I, 1 383.
— Schädlichkeit der I, 2 75.
Polytrichum-Arten I, 1 400.
Pomaceae I, 1 486.
Populus alba I, 1 452.
— balsamifera I, 1 452.
— canadensis I, 1 452.
— canescens I, 1 452.
— monilifera I, 1 452.
— nigra I, 1 452.
— pyramidalis I, 1 452.
— tremula I, 1 451.
Portnetz I, 2 605.
Pottasche I, 2 439.
Prachtkäfer I, 2 48.
Preis II 7.
— des Geldes II 27.
— gestaltung II 25.
Preißelbeere I, 1 497.
Prellnetz I, 2 495.
Prenanthes I, 1 514.
Preußisches Verfahren der Ertragsbestimmung II 338.
Primula I, 498.
Privatforstinstitute I, 1 114.
— — verwaltung II 381.
— wald, Beschränkungen desf. II 451.
— — Staatsaufsicht über dens. II 456.
— wirtsch. Gesichtspunkte der Forsten I, 1 59.
Probefläche II 150. 152.
— stämme II 148. 174.
Produktionsfaktoren, natürliche d. Forsten I, 1 59.
— kapitalien, Rentabilität der I, 1 86.
Profile I, 2 316.
Promycelium I, 1 337.
Provokationsrecht II 535.
Prozessionsspinner I, 2 50.
Prüfungen I, 1 107. II 370.
Prunella I, 1 505.
Prunus avium I, 1 483.
— cerasus I, 1 483.
— domestica I, 1 482.
— insititia I, 1 482.
— Mahaleb I, 1 483.
— padus I, 1 483.
— spinosa I, 1 482.
Pseudotsuga I, 1 421.
Pteridophyta I, 1 401.
Pteris aquilina I, 1 403.
Pulmonaria I, 1 504.
Pulverladung I, 2 518.
Pümpelnetz I, 2 605.
Punktsaat I, 1 555.
Puccinia I, 1 368. 375.
Puitzen I, 2 466.
Pürsch I, 2 489.
Pyrenomycetes I, 1 349.

Q.

Quadratverband I, 1 562.
Qualitätszuwachs II 75. II 243.
Quantitätszuwachs II 75. II 240.
Quappenleim I, 2 613.
Quarren I, 2 466.
Quarz I, 1 253.
Quellbildung II 417.
Quellen, Erhaltung ders. I, 1 50.
Quellung d. Holzes I, 2 142.
Querbauten I, 2 83.
Quercus cerris I, 1 445.
— pedunculata I, 1 443.
— pubescens I, 1 445.
— robur I, 1 445.
— rubra I, 1 445.
— sessiliflora I, 1 444.
Querflächenmessung II 116.
— profil I, 2 316.
— schwellen I, 2 355.

R.

Raabgarn I, 2 608.
Raben I, 2 476.
Rachenbreme I, 2 457.
Rackelhuhn I, 2 462.
Rammeln I, 2 459.
Rampe I, 2 314.
Randbesamung I, 1 543.
Ranunculaceae I, 1 458.
Ranzen I, 2 459.
Rapfen I, 2 553.
Raseneisenstein I, 1 269.
— Behandlung desf. I, 1 553.
Ratzeburg I, 1 208.
Raubbau I, 1 80.

Raubwild I, 2 449.
Rauhreif I, 2 66.
Rauschbeere I, 1 497.
— zeit I, 2 458.
Realgenossenschaft II 550.
— kredit II 431.
Rebhuhn I, 2 464.
Rechnungslegung II 403.
Rechtsgeschäfte II 361.
— verletzungen II 522.
Reduktion auf eine Bonität II 279.
— der Raummaß auf Festmaß II 113.
Regenmenge II 417.
— pfeifer I, 2 465.
— verteilung II 417.
— würmer im Boden I, 1 309.
Regierungsforstmeister II 351.
Regulierung der Servituten II 532.
Reh I, 2 456.
— gais I, 2 456.
Reihenfolge der Kulturen I, 1 541.
— verband I, 1 562.
Reiher I, 2 477.
Reinasche I, 1 304.
Reine Bestände I, 1 525.
Reinblut I, 2 500.
Reinerträge I, 1 91. II 26.
Reinigungshiebe I, 1 580.
Reißen des Holzes I, 2 144.
Reisholz, Kubierung dess. II 112.
Remisen I, 2 482.
Renken I, 2 543.
Renntierflechte I, 1 363.
Rentenbildung, Ursache ders. II 31.
Resonanzholz I, 2 198.
Retinia buoliana I, 2 48.
— resinella I, 2 48.
Retortenverkohlung I, 2 423.
Reum I, 1 208.
Reusen I, 2 600.
Reutberge I, 2 254.
Reviere II 365.
Revisionen II 320.
Rhamnus cathartica I, 1 471.
— frangula I, 1 471.
Rhinanthus I, 1 507.
Rhododendrum I, 1 496.
Rhytisma I, 1 357.
Ribes-Arten I, 1 477.
Richthöhe II 142. 175.
— punkt II 142.
— rohr II 144.
Ricke I, 2 456.
Riecke'sche Formel II 103.
Riefen, Abstand der I 1. 559.
— Breite der I, 1 559.
— Herstellung der I, 1 559.
— Richtung der I, 1 559.
Riefensaat I, 1 555. 561.
Riemenblume I, 1 494.
Rieswege I, 2 352.
Rillensaat I, 1 555. 561.
Rinden I, 2 206.
— brand I, 2 61.
— masse II 115.
Ritzenschorf I, 1 355.
Robinia I, 1 492.
Rodungsverbot II 461.
Rohcellulose I, 2 408.
— humus I, 1 554.
Rohrdommel I, 2 477.
Röhre I, 2 470
Röhren I, 2 454.
— dohlen I, 2 341.
— schwämme I, 1 382.
Rollangel I, 2 613.
— zeit I, 2 470.
Rosa-Arten I, 1 486.
Rosaceae I, 1 481.
Rosellinia quercina I, 1 350. I, 2 75.
Rosenstöcke I, 2 452.
Roßkastanie I, 1 469.
Rostpilze I, 1 367.
Rotalgen I, 1 335.
— buche I, 1 446.
— — Betriebsarten I, 1 526.
— — Verjüngung ders. I, 1 571.
— erle I, 1 437.
— fäule I, 1 386. 388.
— feder I, 2 552.
— liegendes I, 1 285.
— schwanz I, 2 50.
— tanne I, 1 422.
— wild I, 2 451.
Rubus-Arten I, 1 484.
Rückschlag I, 2 501.
— zölle II 568.
Rumex I, 1 457.
Rundmäuler I 2 535.
Russula-Arten I, 1 393.
Rüster I, 1 458.

S.

Saat I, 1 555.
Saatbeete I, 1 565.
— kulturen, Pflege der I, 1 562.
— material I, 1 556.
— methoden I, 1 555.
— schule, = kamp I, 1 564.
— zeit I, 1 560.
Sacharomyces I, 1 366.
Säeapparate I, 1 561.
— maschinen I, 1 561.
Säge I, 2 217.
Säger I, 2 469.
Saibling I, 2 540.
Salicaceae I, 1 448.
Salix alba I, 1 450.
— amygdalina I, 1 450.
— aurita I, 1 451.
— caprea I, 1 451.
— cinerea I, 1 450.
— fragilis I, 1 450.
— pentandra I, 1 449.
— purpurea I 1 451.
— repens I, 1 451.
— triandra I, 1 450.
Salix viminalis I, 1 450.
— vitellina I, 1 450.
Salizin I, 2 382.
Salmoniden I, 2 535.
— ausländische I, 2 545.
Salvia I, 1 505.
Salzlecken I, 2 480.
Sambucus I, 1 509.
Samendarren I, 2 246.
— menge I, 1 560.
— pflanzen I, 1 407.
— prüfung I, 1 556.
— schlag I, 1 547.
Sämerung der Teiche I, 2 590.
Sand I, 1 214. 285.
Sanddorn I, 1 480.
— hafer I, 1 553.
— kehlen I, 1 552.
— pflanzen I, 1 319.
— rohr I, 1 553.
— segge I, 1 553.
— steine I, 1 285.
Saprophyten I, 1 338.
Sarothamnus I, 1 490.
Sauerklee I, 1 465.
Saufeder I, 2 522.
— finder I, 2 516.
Säugetiere, schädliche I, 2 10.
Säulenfestigkeit I, 2 147.
Saxifragaceae I, 1 477.
Scabiosa I, 1 511.
Schachtelhalm I, 1 404.
Schadensersatz II 57.
Schälen I, 2 454.
Schalenbauten I, 2 85.
Scharkappe I, 2 609.
Schattenhölzer I, 1 525.
Schaufelkrone I, 2 455.
Schaufler I, 2 456.
Scheerenhamen I, 2 598.
Scheibenpilze I, 1 354.
Schellfische I, 2 526. 559.
Scherbenprobe I, 1 557.
Schienen I, 2 356.
— netz I, 2 355.
Schiffelland I, 2 254.
Schiffsbauholz I, 2 190.
Schild I, 2 459. 464.
Schindelfabrikation I, 2 198.
Schirm I, 2 487.
— schlagbetrieb I, 1 545. 611, 616.
Schlagaufnahme I, 2 228.
— betriebe I, 1 611.
— einteilung II 326.
— hölzer im Mittelwald I, 1 628.
— netz I, 2 499.
— pflanzen I, 1 563.
Schlangenfichte I, 1 423.
Schlauchpilze I, 1 344.
Schleie I, 2 548.
Schleifen I, 2 461.
Schleifgarn I, 2 612.
— wege I, 2 352.
Schleimpilze I, 1 331.
Schlepphaube I, 2 612.
— weiche I, 2 358.

Schlittwege I, 2 358.
Schmälen I, 2 454.
Schmaltier I, 2 454.
Schmarotzergewächse I, 2 57.
Schmelzschupper I, 2 534.
Schmerle I, 2 555.
Schmetterlinge, schädliche I, 2 37.
Schneeball I, 1 509.
Schneebruch I, 2 64.
— druck I, 2 64.
— haube I, 2 498.
— hühner I, 2 463.
Schneider'sche Formel II 209.
Schneisennetz II 289.
Schneitelholzbetrieb I, 1 550,613, 618.
Schneitelstreu I, 2 277.
Schnepfen I, 2 466.
Schöne's Apparat I, 1 216.
Schrecken I, 2 454.
Schreien I, 2 454.
Schuß, Schußbild I, 2 518.
— waffen I, 2 517.
Schütte I, 2 72.
— parasitäre I, 1 355.
Schutzbeamte im Gemeindewald II 493.
— bestände I, 1 564.
— bezirke II 366.
— geschäfte II 398.
— verbände II 494.
— wald II 416. 474.
— — verzeichnisse II 477.
Schwan I, 2 460.
Schwanenhals I, 2 499.
Schwämme I, 1 376.
Schwarte I, 2 470.
Schwarzbarsch I, 2 562.
— dorn I, 1 482.
— erle I, 1 437.
— föhren-Harz I, 2 431.
— kiefer I, 1 427.
— — Betriebsarten I, 1 630.
— — Verjüngung der I, 1 577
— wild I, 2 458.
Schwefelmetalle I, 1 261.
Schweineeintrieb, Schaden durch dens. I, 2 12.
— Umbruch I, 1 558.
Schweiß I, 2 454.
— fährte I, 2 505.
— hund I, 2 502.
Schwellenholz I, 2 194
Schwerspath I, 1 260.
Schwinden I, 2 139.
Schwindrisse I, 2 144.
Sciadopitys I, 1 419.
Scirpus I, 1 434.
Scrophularia I, 1 507.
Scutellaria I, 1 505.
Sechserbock I, 2 457.
v. Seebach's modifiz. Buchenhochwald I, 1 607.
Seeforelle I, 2 538.
Seginen I, 2 607.
Seidelbast I, 1 480.
Sektionsweise Kubierung II 106.
Selaginella I, 1 406.
Selbstausleser I, 2 576.
Senecio I, 1 513.
Senkelgeräte I, 2 289.
Senkhamen I, 2 599.
Sequoia I, 1 419.
Serratula I, 1 518.
Servituten II 527.
— ablösung II 58.
Setzhase I, 2 459.
— holz I, 1 568.
— reiser I, 1 562, 570, 574.
— stangen I, 1 562, 570, 574.
Seutter, von I, 1 206.
Sichern I, 2 454.
Sicherheitsanlagen I, 2 351.
— streifen II 573.
Sickerdohlen I, 2 340.
Silikat I, 1 253
Simony'sche Formel II 106.
Simpson'sche Regel II 107.
Smalian I, 1 207.
— 'sche Formel II 102.
Solanaceae I, 1 508.
Solidago I, 1 512.
Sommereiche I, 2 582.
Sorbus-Arten I, 1 487.
Sortierung I, 2 219.
Spaltalgen I, 1 332.
— barkeit I, 2 179.
— holz I, 2 197.
— pflanzen I, 1 332.
— pflanzung I, 1 568.
— pilze I, 1, 332.
Spanische Fliege I, 2 49.
Spartium I, 1 490.
Späth I, 1 206.
Speierling I, 1 488.
Sperber I, 2 475.
Spermaphyta I, 1 407.
Spermatozoïden I, 1 329.
Spezialkarte II 283.
Spezifisches Gewicht d. Bodenarten I, 1 219.
— — des Holzes I, 2 134.
Sphagnum-Arten I, 1 400.
Spiegel I, 2 454.
— diopter II 131.
— hypsometer v. Faustmann II 128.
— rinde I, 2 207.
Spielhahn I, 2 462.
— waaren I, 2 201.
Spießer I, 2 451.
Spiraea I, 1 485.
Spiralbohrer von Biermans I, 1 568.
Spissen I, 2 463.
Spitzahorn I, 1 467.
Spohnklappe I, 2 610.
Sporangium I, 1 329
Sporenfrucht I, 1 329.
— lager I, 1 337.
Spreitgarn I, 2 612
Sprengarbeit I, 2 328.
— geschirr I, 2 328.
— mittel I, 2 329.
Sprengpfropf I, 2 223.
Sprengschrauben I, 2 223.
— werkbrücken I, 2 350.
Sprossen I, 2 451.
Staat, allgemeine Aufgaben desf. II 444.
Staatsaufsicht über Privatwald II 456
Gründe für dieselbe II 456
— gegen dieselbe II 459.
— beamte II 367.
— dienerverhältnis II 367.
— forstverwaltung II 349.
— — wirtschaftslehre II 409.
— — wissenschaft II 409.
— wald II 500.
— — besitz, Entstehung desf II 501.
— — — Gründe für dens. II502.
— — — — gegen dens. II 510.
— wirtsch. Gesichtspunkte der Forstwirtsch. I, 1 19.
Stachelbeere I, 1 477.
— flosser I, 2 525.
— schwämme I, 1 382
Stachys I, 1 505.
Stagnierendes Wasser I, 2 63.
Stammanalyse II 210.
— bahnen I, 2 355.
— feuer I, 2 7.
Standarte I, 2 470.
Standortsansprüche d. Holzarten I, 1 518.
— Klassentabelle II 287.
— lehre I, 1 213
— verhältnisse II 272.
Standtreiben I, 2 494.
Stangen I, 2 451.
— eisen I, 2 499.
Staphylea I, 1 470.
Staphylinus I, 2 20.
Stärkeklassen II 161.
Stärkenzuwachs d. Stammes II 194.
Statik, forstliche II 59.
Statistik, forstliche II 569.
Stauberde I, 1 554.
— lawinen I, 2 99.
Stechen I, 2 466.
Stecher I, 2 521.
Stechpalme I, 1 470.
— schloß I, 2 521.
Steckgarne I, 2 492.
Steinbahn I, 2 335.
— Böschung I, 2 337.
— beißer I, 2 555.
— hühner I, 2 463.
— salz I, 1 260.
— wild I, 2 458.
Stellen I, 2 505.
Sterlet I, 2 564.
Sterngänge I, 2 23.
Stereum hirsutum I, 1 380.
Stichlinge I, 2 526. 563.
Stint I, 2 540.
Stöckengarn I, 2 604.
Stockhamen I, 2 598.

Stockholz, Kubierung dess. III 12. 146.
— schlagbetrieb I, 1 613, 617.
— sprengung I, 2 228.
Störche I, 2 477.
Störe I, 2 534. 563.
Stoß I, 2 461.
Strahlenrisse I, 2 144.
Strandkiefernharz I, 2 433.
Strauchflechten I, 1 363.
Streckteiche I, 2 583.
Streichen I, 2 464.
Streifensaat I, 1 555, 561.
Streifjagen I, 2 494.
Streunutzung I, 2 266.
Strohgarn I, 2 610.
Struktur des Bodens I, 1 217.
Studienfreiheit I, 1 108.
Studium, Ort dess I, 1 104.
— Vorbedingungen I, 1 105.
— Dauer dess. I, 1 107.
Stülpe I, 2 612.
Stummelpflanzen I, 1 562.
Sturm I, 2 68.
Sturzbett I, 2 90.
Stützmauern I, 2 338.
— zelle I, 1 337.
Suche I, 2 491.
Sulfatverfahren (Cellulosefabr.) I, 2 403.
Sulfitverfahren (Cellulosefabr.) I, 2 405.
Sümpfe I, 1 551.
Süßwasserfische, mitteleurop. I, 2 525.
Syenit I, 1 280.
Syringa I, 1 500.
Systeme, botanische I, 1 322.

T.

Talk I, 1 255.
Tange I, 1 335.
Tanne I, 1 420.
— Betriebsarten I, 1 629.
Tannenpilz I, 2 76.
Tarife (Holztaxen) I, 2 234.
Tarifierung II 561.
Tauschwert II 7.
Taxationsmanual II 285.
— personal II 325.
Taxodium I, 1 419.
Taxus I, 1 415.
Teer I, 2 428.
Technische Eigenschaften I, 2 105.
— geschichtliche Mitteilungen I, 2 105—118.
Technologie, forstlich-chemische I, 2 377.
Telephoreï I, 1 380.
Teichaufstand I, 2 588.
— wirtschaft I, 2 582.
Tellereisen I, 2 498.
Temperatur, Einfluß des Waldes auf die I, 1 22.
Terpentin I, 2 436.
— öl I, 2 437.
Terrainbrüche I, 2 97.
Terrainkarte II 285.
Teucrium I, 1 505.
Teuerungszuwachs II 75. 244.
Textur I, 2 127.
Thallophyta I, 1 328.
Thallus I, 1 329.
Thalsperren I, 2 86.
Tharand I, 1 96.
Thon I, 1 214. 283.
Thuya I, 1 418.
Thymus I, 1 506.
Tier I, 2 454.
— kalb I, 2 454.
Tilia ulmifolia (= parvifolia) I, 1 464.
— platyphylla (= grandifol.) I, 1 464.
Tischlerholz I, 2 199.
Tollkirsche I, 1 503.
Tonnenbrücken I, 2 341.
Torf I, 1 286.
— moore I, 1 554.
— moose I, 1 400.
Torsionsfestigkeit I, 2 148.
Tortrix viridana I, 2 52.
Totverbellen I, 2 505.
Trachea piniperda I, 2 41.
Trachyt I, 1 280.
Trametes pini I, 1 377. 388 I, 2 76.
— radiciperda I, 1 385. I, 2 75.
Transport der Pflanzen I, 1 567.
— wesen I, 2 283.
Trapezjoch I, 2 358.
Trappe I, 2 461.
Traubenkirsche I, 1 483.
Treibflock I, 2 609.
— jagen I, 2 493.
— netz I, 2 609.
— zeug I, 2 498.
Trifolium I, 1 491.
Triticum I, 1 433.
Tritt I, 2 454.
— eisen I, 2 498.
Trockenästung I, 1 597.
— liegen der Teiche I, 2 590.
— risse I, 2 144.
Trocknung d. Holzes I, 2 386.
Tröbelgarn I, 2 609.
Trommelreuse I, 2 601.
Tropfstein I, 1 268.
Trüffeln I, 1 364.
Tsuga I, 1 421.
Tuberaceae I, 1 364.
Tübingen I, 1 97.
Typha I, 1 431.
Tyras I, 2 498.

U.

Ueberführung in d. Normalzustand II 270.
— haltbetrieb I, 1 620.
— läufer I, 2 459.
— schwemmungen II 417.
— winterungsteiche I, 2 588.
Uferfesten I, 2 347.
Uhu I, 2 475.
Ukelai I, 2 553.
Ulex I, 1 490.
Ulme I, 1 453.
— Betriebsarten I, 1 628.
— Verjüngung ders. I, 1 573.
Ulmus campestris (=montana) I, 1 455.
— effusa I, 1 455.
— glabra (= campestris) I, 1 454.
— suberosa I, 1 454.
Umbelliferae I, 1 474.
Umhauungen II 294.
Umlegen der Pflanzen I, 1 566.
Umlegungen II 547.
Umtrieb II 250.
— finanzieller II 250. II 63.
— physischer II 250, 517.
— technischer II 250.
— der höchsten Waldrente II 250.
Umtriebszeit des größt. Massenertrags II 517.
— — des größt. Waldreinertrags II 519.
— — im Staatswald II 516.
— — technische II 519.
Umwandlungen, Hochwald in Niederwald od. Mittelwald I, 1 624.
— innerhalb des Hochwaldbetriebs I, 1 623.
— Mittelwald in Hochwald I, 1 625.
— Niederwald in Hochwald I, 1 625.
Unfallversicherung II 387.
Ungrad-Ender I, 2 454.
Universalinstrument von Breymann II 133.
Unterbau, Allgemeines I, 1 601.
— Ausführung I, 1 603.
— bedingende Momente I, 1 602.
— besondere Fälle I, 1 604.
— der Eiche I, 1 604.
— der Kiefer I, 1 604.
— Zeit dess. I, 1 603.
Unterbringungen des Samens I, 1 561.
— drückter Bestandesteil I, 1 586.
— nehmungsformen II 438.
— grund I, 1 318.
— richt I, 1 93.
— — jetziger Stand dess I, 1 94.
— — im Ausland I, 1 100.
— — geschichtl. Entwickelung I, 1 113.
— stand, Aufgabe dess. I, 1 602.
Urbarmachung I, 1 551.
Uredo I, 1 368.
Urich's Verfahren II 170.
Urschiefer I, 1 281.
Urtica-Arten I, 1 456.
Ustilagineae I, 1 343.

V.

Vaccinium-Arten I, 1 497.

Valeriana I, 1 511.
Vallombrosa I, 1 102.
Verbascum I, 1 506.
Verbrennungsprodukte I, 2 384.
Verfärben I 2 454.
Vergleichsgrößen II, 150.
Verhältnis zw. Vorrat und Zuwachs II 264.
Verjüngung des Ahorns I, 1 573.
— der Akazie I, 1 574.
— der Birke I, 1 574.
— der Eiche I, 1 572.
— der Esche I, 1 573.
— der Erle I, 1 573.
— der Fichte I, 1 576.
— der gemischten Bestände I, 1 578.
— der Hainbuche I, 1 573.
— der Kastanie I, 1 574.
— der Kiefer I, 1 577.
— der Lärche I, 1 577.
— der Linde I, 1 574.
— der Pappel I, 1 574.
— der Rotbuche I, 1 571.
— der Tanne I, 1 574.
— der Ulme I, 1 573.
— der Weide I, 1 574.
Verjüngungszeitraum I, 1 546.
Verhören I, 2 462.
Verkaufsarten I, 2 231.
Verkauf von Staatswald II, 513.
Verkohlung I, 2 412.
Verloren suchen I, 2 509.
Vermarkung I, 2 3.
Vermessungsnachträge II 317.
Vermögensaufsicht II 491.
Veronica I, 1 506.
Verrecken I, 2 451.
Verschulen der Pflanzen I, 1 566.
Versicherung II 430.
Versuche I, 2 504.
Versuchsanstalten I, 1 129.
— Verein ders. I, 1 133.
— wesen I, 1 128. II 571.
— — Aufgaben desf. I, 1 131.
— — geschichtl. Entwickelung desf. I, 1 138.
— — Organisation desf. I, 1 132.
Verteilung der Wälder, geographische I, 1 2.
— natürliche Ursachen ders. I, 1 13.
— örtliche II 411.
Verwaltungsstellen II 354.
Verwendung des Holzes I, 2 186.
Verwesung I, 1 312.
Verwitterung I, 1 262. 278.
Verwitterungsprodukte, Transport ders. I, 1 274.
Verzinsung, durchschnittliche II 77.
— laufend-jährliche II 68.
Verzollungsverfahren II 568.
Vespa I, 2 20.
Viburnum I, 1 509.
Vicia I, 1 492.
Villenverfassung I, 1 148.
Vinca I, 1 501.
Viscum album I, 1 494. I, 2 57.
Vögel, schädliche I, 2 17.
Vogelbeere I, 1 487.
Volk I, 2 464.
Vollblut I, 2 500.
— saat I, 1 555. 561.
Volumgewicht d. Bodenarten I, 1 219.
— veränderlichkeit d. Holzes I, 2 139.
Vorarbeiten der Einrichtung II 271.
— geometrische II 271.
— taxatorische II 272.
— technische des Wegbaus I, 2 302.
Vorbau I, 1 578.
Vorbereitungsschlag I, 1 546.
Vorbildung II 370.
Vorfeld I, 2 90.
Vorliegen I, 2 513.
Vorstehen I, 2 507.
Vorstehhund I, 2 506.
Vorwuchs, Aushieb desf. I, 1 580.
— Benutzung desf. I, 1 581.

W.

Wachholder I, 1 417.
Wachstumsgang d. Bestände II 227.
Wachtel I, 2 464.
Wabe I, 2 607.
Wadel I, 1 178. I, 2 209.
Wagegänge I, 2 23.
Wagenschuß I, 2 205.
Wagnerholz I, 2 199.
Wageners Lichtwuchsbetrieb I, 1 608.
— Verfahren d. Ertragsbestimmung II 339.
Waldarbeiter II 384.
— bau I, 1 515.
— — des Mittelalters I, 1 169 ff.
— — des 18. Jahrhunderts I, 1 197, 200 ff.
— bereitungen I, 1 182.
— beschreibung II 311.
— besitz in neuerer Zeit I, 1 193.
— boden, absoluter II 427.
— brände I, 2 6.
— dienstbarkeiten II 527.
— egge I, 1 559.
— einteilung II 289.
— eisenbahnen I, 2 354.
— erwartungswert, Maximum desf. II 67.
— feldbau I, 2 253.
— — — betrieb I, 1 621.
— fläche, Gesamtbetrag I, 1 15.
— — nach Höhenregionen I, 1 18.
— genossenschaften II 549.
— grenzen, Sicherung ders. I, 2 3.
— grundgerechtigkeiten II 527.
Waldkauz I, 2 475.
— mäntel I, 2 67.
— nutzungen früherer Zeit I, 1 153, 167.
— pflug I, 1 559.
— reinertrag, Umtrieb des größten II 82.
— schutzgericht II 478.
— standsrevisionsarbeiten II 357.
— teilung II 58.
— teilungen II 470, 499.
— teufel I, 2 216.
— wege I, 2 286.
— weide I, 2 278.
— wert, des Einzelbestandes II 54.
— — der Betriebsklasse II 56.
— — rechnung II 3.
Wallnuß I, 1 447.
Walther I, 1 208.
Wander-Forstgärten I, 1 564.
— maräne I, 2 542.
Wärmeaufnahme, Einfluß der Farbe I, 1 241.
— leitung im Boden I, 1 242.
— quellen für d. Boden I, 1 238.
Wartemberg'sches Eisen I, 1 568.
Warzenschwämme I, 1 380.
Wasser, Schaden durch dass. I, 2 62.
— bauholz I, 2 196.
— bedarf der Pflanzen I, 1 300.
— bewegung im Boden I, 1 225.
— farne I, 1 404.
— gehalt des Holzes I, 2 137.
— hühner I, 2 465.
— leitung, kapillare I, 1 229.
— kapazität d. Bodens I, 1 221.
— straße II 559.
— verdunstung i. Boden I, 1 231.
Wedekind, von I, 1 209.
Wedel I, 2 454.
Wegbauarbeiten II 396.
— breite I, 2 294.
— netz I, 2 298.
— pflege I, 2 374.
— unterhaltung I, 2 374.
— warte I, 2 376.
Weichen I, 2 358.
Weichhölzer I, 1 582.
Weide, Betriebsarten I, 1 628.
— Verjüngung ders. I, 1 574.
Weiden-Arten I, 1 448.
Weidenröschen I, 1 479.
Weidetiere, Beschädigung durch dies. I, 2 10.
Weidloch I, 2 454.
— messer I, 2 522.
— werk I, 2 443.
Weiher I, 2 478.
Weinpfähle I, 2 203.
Weiserprozent II 69, 245.
Weiß I, 2 454.
Weißdorn I, 1 489.
— erle I, 1 438.
— fäule I, 1 387.
— tanne I, 1 420.
— — Verjüngung ders. I, 1 574.

Weiterbildung, wissenschaftliche II 374.
Wellingtonia I, 1 419.
Welse I, 2 527, 558.
Wendeplatte I, 2 358.
Wenter I, 2 600.
Werfen des Holzes I, 2 144.
Werre I, 2 46.
Wertbegriff II 5.
Wertserzeugung I, 1 532.
Weymuthskiefer I, 1 428.
— Betriebsarten I, 1 630.
— Verjüngung I, 1 577.
Wiederfährte I, 2 504.
— gang I, 2 460.
Wien I, 1 101.
Wiener Möbel I, 2 199.
Wiesel I, 2 472.
Widersinnig I, 2 454.
Wildbachableitung I, 2 93.
Wildbäche I, 2 77.
— — Entstehung I, 2 79.
— — Verbauung I, 2 83.
— — Vorkehrungen I, 2 80.
— äcker I, 2 479.
— bann I, 1 157.
— bodenhund I. 2 514.
— enten I, 2 468.
— gänse I, 2 467.
— kalb I, 2 451.
— katze I, 2 471.
— schwein I, 2 458.
— tauben I, 2 464.
— zucht I, 2 478, 484.
Wimpellappen I, 2 493.
Windbruch I, 2 68.
Winde, Schutz gegen dies. durch d. Wald I, 1 53.
Winden I, 2 361.
Windengewächse I, 1 502.
Windfall I, 2 68.
— fang I, 2 454.
— gefahr I, 2 67.
Wintereinfälle I, 2 481.
Windgefahr I, 2 588.
— teiche I, 2 582.
Wirtschaftl. Alter II 190.
Wirtschaftlichkeit des Betriebs I, 1 84.
Wirtschaftsbuch II 317.
— pläne, Aufstellung ders. II 391.
— plan, allgemeiner II 296.
— streifen II 290.
— umfang II 436.
— ziele II 9.
Wittern I, 2 454.
Wolf I, 2 469.
Wölfen I, 2 469.
Wolfsmilch I, 1 472.
Wollblume I, 1 506.
Wundfäule I, 2 70.
— flächen, Behandlung bei der Aestung I, 1 599.
Wurfgarn I, 2 611.
Wurzel-Löcherpilz I, 1 385.
— anschwellungen, der Erle I, 1 331.
— bodenraum I, 1 318.
— fäule I, 1 396; I, 2 71.
— schwamm I, 2 75.

X.

Xylometer II 113.
Xyloterus lineatus I, 2 28.

Z.

Zähigkeit I, 2 176.
Zahlungsmodus I, 2 239.
Zahnbildung I, 2 454.
— formel I, 2 454.
— wechsel I, 2 523.
Zander I, 2 560.
Zanthier, von I, 1 186.
Zärthe I, 2 550.
Zäune I, 1 565.
Zeichnen I, 2 455.
Zeichnung des Holzes I, 2 127.
Zeitschriften, forstliche I, 1 209.
Zellulosefabrikation I, 2 202.
Zementröhren I, 2 341.
Zeolith I, 1 258.
Zerknickungsfestigkeit I, 2 147.
Zerwirken I, 2 471.
Ziehzeug I, 2 609.
Zinsen, arithmetisch-mittlere II 19.
— einfache II 16.
— geometrisch-mittlere II 19.
Zinsenberechnungsart II 11.
Zinsfuß II 20.
— Bestimmung des aus and. wirtsch. Unternehmungen II 28.
— Bestimmung aus Verkäufen II 28.
Zinseszinsen, Formeln ders. II 12.
Zopftrocknis I, 2 71.
Zuchtteiche I, 2 583.
Zugfestigkeit I, 2 147.
Zunderschwamm I, 1 387.
Zürgelbaum I, 1 455.
Zürich I, 1 101.
Zurücksetzen I, 2 452.
Zusammenlegungen II 547.
— setzung des Bodens I, 1 252.
Zuwachsarten II 190.
— der Bestände, laufender II 216.
— — — periodischer II 216.
— ermittelung II 190.
— gang der Bestände II 219.
— prozent des Bestandes II 216.
— — d. Stammes II 204.
— wert II 51.
Zwangsgenossenschaft II 551.
Zweialteriger Hochwald Burckhardts I, 1 607.
— hiebiger Hochwald I, 1 620.
Zwergkiefer I, 1 427.
— mispel I, 1 488.
Zwetsche I, 1 482.
Zwischennutzungen, Veranschlagung II 299, 807.
— revisionen II 323.

